



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la  
productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez  
Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lurigancho, 2018

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Industrial

**AUTOR:**

Chagua Echenique, Josue Rober

**ASESOR:**

Mg. RODRÍGUEZ ALEGRE, LINO ROLANDO

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistemas de Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2019

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada, primeramente, a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto de mi carrera profesional y por ayudarme a lograr mis objetivos y metas. A mis padres por sus consejos y valores que fueron una motivación constante para el desarrollo de la presente tesis. A mis compañeros y amigos por el equipo que formamos año tras año durante toda nuestra carrera.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad César Vallejo, a toda mi facultad de Ingeniería y, en especial, a mi asesor de tesis, Lino Rolando Rodríguez Alegre quien con sus enseñanzas y valiosos conocimientos me hicieron crecer día a día como profesional. Además, mi profundo agradecimiento al gerente general de la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., quien con su dirección, conocimiento y colaboración permitió el desarrollo de

## PÁGINA DEL JURADO

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : 107-PP-FR-02.02 Versión : 08 Fecha : 12-09-2017 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la Tesis presentada por Don (a) :  
JOSUE ROBER CHAGUA ECHENIQUE

cuyo título es:

APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA  
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE EXTRACCIÓN DE  
MINERALES EN LA EMPRESA MARTÍNEZ CONTRATISTA E  
INGENIERÍA S.A., SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2018

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de  
preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

.....(número) ...*DOCE*..... (letras).  
*12*

Los Olivos, 16 de ENERO del 2019



.....  
Presidente



.....  
Secretario

  
Vocal



## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Josue Rober Chagua Echenique con DNI N° 48348930, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también, bajo juramento, que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, octubre del 2019



---

Josué Rober Chagua Echenique  
DNI: 48348930

## **PRESENTACIÓN**

**SEÑOR PRESIDENTE  
SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO**

En cumplimiento de las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lurigancho, 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

El autor

## ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv

### I. INTRODUCCIÓN

Realidad Problemática	17
Análisis Internacional	17
Análisis Regional	18
Análisis Nacional	19
Análisis de la Empresa	20
Análisis de la Problemática de la Empresa	20
Trabajos Previos	28
Antecedentes Internacionales	28
Antecedentes Nacionales	31
Teorías relacionadas al tema	34
Teorías relacionadas a la Variable Dependiente	34
Teorías relacionadas a la Variable Independiente	40
Teorías para resolver el 80% de las causas	41
Marco Conceptual	44
Formulación del Problema	44
Problema Principal	44
Problemas Secundarios	44
Justificación del Estudio	45
Justificación Metodológica	45
Justificación Económica	45

Justificación Social	45
Hipótesis	46
Hipótesis General	46
Hipótesis Específicas	46
Objetivos	46
Objetivo General	46
Objetivos Específicos	46
<b>II. MÉTODO</b>	
Tipo y Diseño de Investigación	49
Tipo de Investigación	49
Enfoque de Investigación	49
Alcance o nivel de Investigación	49
Diseño de investigación	49
Variables, Operacionalización	50
Población, muestra y muestreo	52
Población	52
Muestra	52
Muestreo	52
Técnicas de recolección de datos, validez y confiabilidad	53
Método de Análisis de Datos	55
Aspectos éticos	56
Desarrollo de la Propuesta	57
Situación Actual de la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A.	57
Propuesta de Mejora de la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A.	72
Implementación de la Propuesta de Mejora de la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A.	77
Resultados de la Propuesta de Mejora en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A.	127
Análisis Económico Financiero	132
<b>III. RESULTADOS</b>	
Análisis Descriptivo	136
Análisis Inferencial	142

IV.	DISCUSIÓN	149
V.	CONCLUSIONES	152
VI.	RECOMENDACIONES	154
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	156
VIII.	ANEXOS	162

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01:	Matriz Correlacional de la Empresa MCEISA	23
Tabla N° 02:	Matriz de Coherencia	47
Tabla N° 03:	Matriz de Operacionalización de las Variables	51
Tabla N° 04:	Jornada Laboral de Lunes a Viernes	62
Tabla N° 05:	Jornada Laboral de los Sábados	62
Tabla N° 06:	Registro Inicial de la Maquinaria	69
Tabla N° 07:	PreTest de la Variable Dependiente	71
Tabla N° 08:	Priorización de Herramientas Lean Manufacturing	73
Tabla N° 09:	Inventario de la Empresa MCEISA	87
Tabla N° 10:	Ficha Técnica de la Maquinaria JBH - 282 -2	88
Tabla N° 11:	Ficha Técnica de la Maquinaria JDD - 321 - 2	89
Tabla N° 12:	Ficha Técnica de la Maquinaria JDD - 311 - 1	90
Tabla N° 13:	Ficha Técnica de la Maquinaria JDD - 210 - 1	91
Tabla N° 14:	Listado de Manuales para la Maquinaria	92
Tabla N° 15:	Listado de repuestos para el Mantenimiento Correctivo	95
Tabla N° 16:	Inspección Rutinaria de la Maquinaria Jumbo	102
Tabla N° 17:	Inspección Rutinaria de la Maquina Scoop	106
Tabla N° 18:	Listado de Materiales y Suministros	109
Tabla N° 19:	Listado de Aceites y Filtros	110
Tabla N° 20:	Cronograma Preventivo de la Maquinaria Jumbo	111
Tabla N° 21:	Condiciones de Aceites	121
Tabla N° 22:	Componentes del Análisis de Aceite	122
Tabla N° 23:	Componentes del Análisis de Aceite	123
Tabla N° 24:	Inversión Anual del Mantenimiento Productivo Total	132
Tabla N° 25:	Flujo de Caja de la empresa MCEISA	134
Tabla N° 26:	Resumen de procesamiento de casos - Productividad	136
Tabla N° 27:	Resumen de procesamiento de casos - Eficacia	138

Tabla N° 28: Resumen de procesamiento de casos - Eficiencia	140
Tabla N° 29: Prueba de Normalidad - Indicador de Productividad	142
Tabla N° 30: Estadístico Descriptivo de la Productividad con Wilcoxon	143
Tabla N° 31: Estadísticos de Prueba - Productividad	144
Tabla N° 32: Prueba de Normalidad – Eficacia	144
Tabla N° 33: Estadístico Descriptivo de la Eficacia con Wilcoxon	145
Tabla N° 34: Estadísticos de Prueba – Productividad	146
Tabla N° 35: Prueba de Normalidad – Eficacia	147
Tabla N° 36: Estadístico Descriptivo de la Eficiencia con Wilcoxon	148
Tabla N° 37: Estadísticos de Prueba – Eficiencia	148

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Desaceleración de la Productividad en las economías avanzadas	17
Figura N° 02: Ranking Latinoamérica y El Caribe	18
Figura N° 03: Evolución de Perú en los 12 pilares de la Competitividad	18
Figura N° 04: Precios Promedios de los Metales	19
Figura N° 05: Diagrama de Ishikawa de la empresa MCEISA	21
Figura N° 06: Diagrama de Pareto de la Empresa MCEISA	25
Figura N° 07: Matriz de Estratificación de la Empresa MCEISA	26
Figura N° 08: Matriz de Priorización de la Empresa MCEISA	27
Figura N° 09: Adaptación Actualizada de la Casa de Toyota	34
Figura N° 10: Evolución de la Gestión de Mantenimiento	36
Figura N° 11: Mantenimiento Productivo Total	36
Figura N° 12: Organigrama General de la Empresa MCEISA	60
Figura N° 13: Organigrama del Área de Operaciones Corporativas De la Empresa MCEISA	61
Figura N° 14: Maquinaria del Área de Extracción de la Empresa MCEISA	64
Figura N° 15: Otras maquinarias de la Empresa MCEISA	65
Figura N° 16: Ciclo de Vida de una Mina	66
Figura N° 17: Procesos de Operación	67
Figura N° 18: Subprocesos de la Extracción de Mina Subterránea	68

Figura N° 19: Registro Inicial de la Maquinaria	69
Figura N° 20: Diagrama de Flujo del Mantenimiento Inicial	70
Figura N° 21: Enfoque del TPM	74
Figura N° 22: Fotografías sobre la Charla de Lean Manufacturing	75
Figura N° 23: Cronograma General de Trabajo	76
Figura N° 24: Fotografías sobre la Charla de TPM	78
Figura N° 25: Grupo de Mejora del TPM80	
Figura N° 26: Organigrama Funcional del Grupo de Mejora del TPM	80
Figura N° 27: Cronograma Detallado de los 12 pasos del TPM	82
Figura N° 28: Reunión Empresarial TPM	84
Figura N° 29: Matriz de desarrollo del Plan Maestro para la maquinaria	85
Figura N° 30: Plano de la Empresa MCEISA	86
Figura N° 31: Flujo del Proceso de Mantenimiento Correctivo	93
Figura N° 32: Fotografías del Mantenimiento Correctivo	96
Figura N° 33: Proceso de Mantenimiento Preventivo	99
Figura N° 34: Fotografías del Mantenimiento Preventivo	116
Figura N° 35: Resultados de la Auditoría TPM	124
Figura N° 36: Comparativa de Auditorias	125
Figura N° 37: Fotografías del Cierre del Proyecto	125
Figura N° 38: Comparativa de Disponibilidad	127
Figura N° 39: Indicadores de Disponibilidad	127
Figura N° 40: Comparativa de Rendimiento	128
Figura N° 41: Indicadores de Rendimiento	129
Figura N° 42: Comparativa de la Calidad	129
Figura N° 43: Indicadores de la Calidad	130
Figura N° 44: Pretest Tridimensional	130
Figura N° 45: Postest Tridimensional	131
Figura N° 46: Comparativo OEE	131
Figura N° 47: Histogramas- Indicador de Productividad	136
Figura N° 48: Histogramas- Indicador de Productividad	138
Figura N° 49: Histogramas- Indicador de Productividad	140

## RESUMEN

Actualmente, cada día son más las industrias que incorporan el TPM como filosofía de trabajo y herramienta de gestión, ello dado que ofrece una mejora significativa con respecto a la cultura, la estructura organizacional, los objetivos estratégicos y el compromiso de la alta dirección durante su proceso de implementación.

La presente tesis tuvo como objetivo principal mejorar la productividad en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A. con ayuda de la aplicación del TPM y, basándose en el mejoramiento continuo que ofrece esta herramienta de Lean Manufacturing y dirigiendo toda su atención al cuidado básico que puede ofrecer el operario.

La propuesta de implementación tuvo una etapa inicial que buscaba, principalmente, el compromiso de la alta dirección con la ejecución de esta herramienta, la motivación de todos los operarios y trabajadores de la empresa mediante la difusión de cada paso a darse y, la definición de las actividades a realizarse junto con sus responsables. La etapa de implementación se basó en los cinco pilares seleccionados del TPM y los pasos descritos en la presente tesis. Finalmente, se dio una etapa de consolidación de resultados que permitieron reflejar el aumento de la productividad, eficacia, eficiencia, llegando a la conclusión que el TPM permite un aumento productivo significativo, evitando paradas y reduciendo costos innecesarios y desperdicios.

**Palabras Clave:** Lean, Manufacturing, productividad, eficacia, eficiencia, desperdicios, TPM, total, correctivo, preventivo, productivo, OEE.



## ABSTRACT

Currently, each day there are more industries that incorporate TPM as a philosophy of work and management tool, given that offers a significant improvement with respect to culture, organizational structure, the strategic objectives and the commitment of the senior management during the implementation process.

The present research work had as main objective improve productivity in the Martínez Contratista e Ingeniería S.A. company with the help of the application of the TPM and, based on the continuous improvement which offers this tool of Lean Manufacturing and directing your attention to the basic care that the operator can offer.

The proposal for implementation had an initial stage you were looking for, mainly, the commitment of senior management with the implementation of this tool, the motivation of all operators and workers of the company through each step to be and the definition of the activities to be carried out together with their managers. The implementation phase was based on the five selected pillars of TPM and the steps described in this thesis. Finally, came a stage of consolidation of results which reflect the increase of the productivity, effectiveness, efficiency, reaching the conclusion that the TPM allows a significant increase in productive, avoiding stops and reducing costs unnecessary and waste.

**Keywords:** Lean, Manufacturing, productivity, effectiveness, efficiency, waste, TPM, total, corrective, preventive, productive, OEE.

## **I. INTRODUCCIÓN**

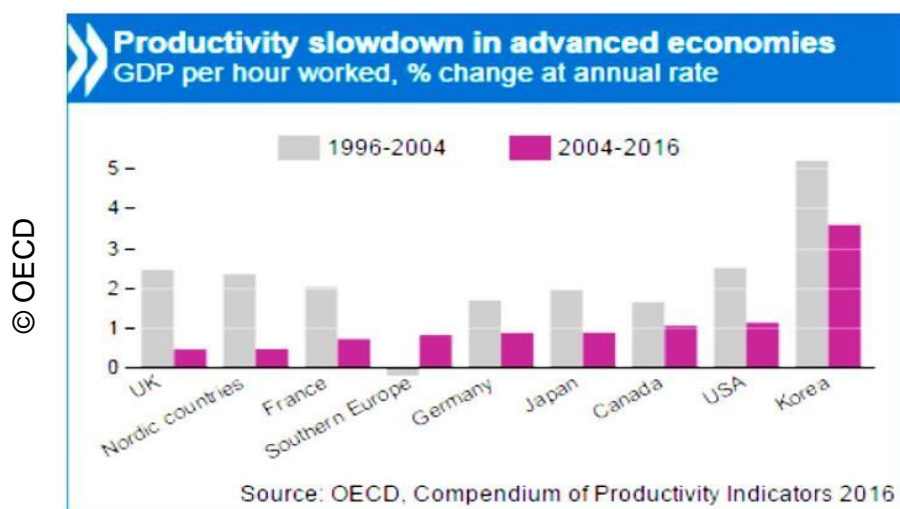
## Realidad Problemática

### Análisis Internacional

A nivel mundial, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD) señaló que, dado la disminución en la inversión en tecnología, en maquinaria y equipos; en muchos países, entre ellos Alemania, Suecia, Japón y EE.UU., el porcentaje del PBI ha venido decreciendo.

Esto considera, también, el dinamismo de las empresas, que es medido por el ritmo con el que las nuevas empresas desplazan a las menos productivas, que se ha reducido significativamente en muchas economías que estudia la OCDE. Precizando, dicha desaceleración se viene dando en varios sectores, afectando a empresas, tanto grandes como pequeñas, pero marcando un gran impacto, en aquellas industrias del sector minero, finanzas, comunicación, e innovación digital (2016, pp. 15 – 17).

Figura N° 01



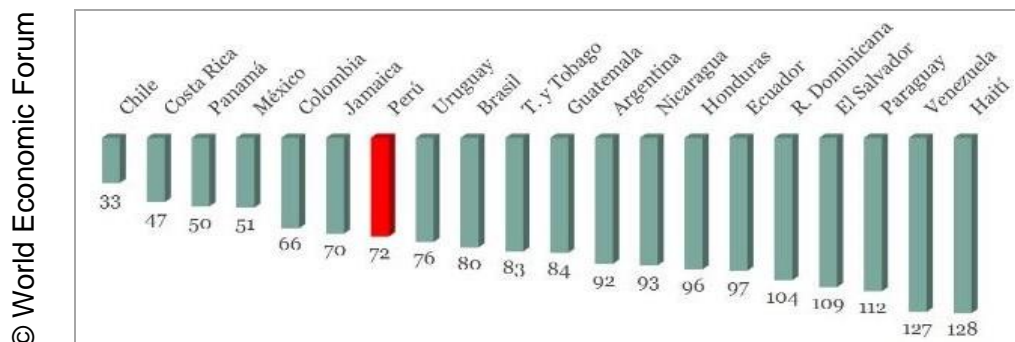
Desaceleración de la Productividad en las economías avanzadas

La Figura N° 01 detalla el PBI por hora trabajada y el % de cambio de tasa anual, englobando a 9 países potenciales, siendo Korea la de mayor valor.

## Análisis Regional

Hablando a nivel de Latinoamérica y el Perú, y tomando en cuenta el informe propagado en el 2018, por el World Economic Forum (WEF), que evalúa los principios que fomentan la productividad en 137 países, se señala que Latinoamérica ha bajado su desempeño y progreso lo que hace imposible cerrar brechas anversos a los países líderes se debe a la baja productividad, informalidad, escasa diversificación de las exportaciones, insuficientes mecanismos para crear empleo y financiamiento ante la creciente demanda de mejores bienes públicos. Entre los países que se mencionan en este informe encontramos a Chile, en el puesto 33, manteniéndose en el puesto del año anterior, Perú que retrocedió 5 puestos, ubicándose en el puesto 72, y otros como Costa Rica y Brasil que subieron entre 1 y 7 puestos, respectivamente (p. 55).

Figura N° 02



Ranking Latinoamérica y El Caribe

Figura N° 03

© World Economic Forum

Mejoró	2017-2018	Tendencia	Retrocedió	2017-2018	Tendencia	Se mantuvo	2017-2018	Tendencia
Costa Rica	47	+7	Panamá	50	-8	Chile	33	=
Jamaica	70	+5	Colombia	66	-5	México	51	=
Brasil	80	+1	Perú	72	-5			
Trinidad y Tobago	83	+11	Uruguay	76	-3			
Argentina	92	+12	Guatemala	84	-6			
Nicaragua	93	+10	Honduras	96	-8			
Paraguay	112	+5	Ecuador	97	-6			
Venezuela	127	+3	R. Dominicana	104	-12			
			El Salvador	109	-4			

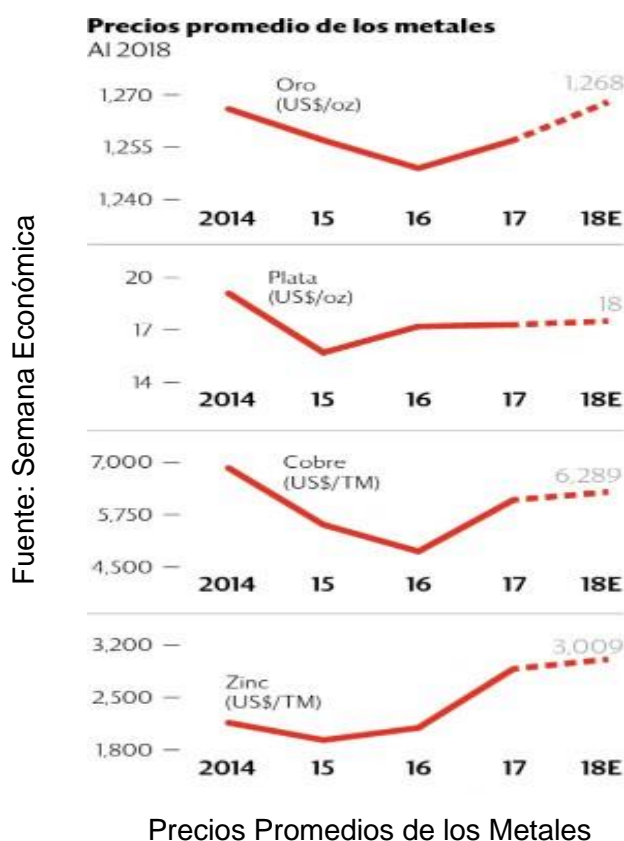
Evolución de Perú en los 12 pilares de la Competitividad

La Figura N° 02 y N° 03 representan el ranking de productividad en Latinoamérica y El Caribe, situando a Perú en el puesto 72, retrocediendo, el mismo, 5 puestos entre el 2017 y 2018.

### Análisis Nacional

Con respecto al sector nacional en el Perú, se considera al año 2017, el año de recuperación para la industria minera, el 2018 se prevé un año de consolidación y crecimiento, para la misma. Ello considerando que, las estimaciones de los metales se mantengan en sus niveles actuales, tras subir, abruptamente, en el 2017. Entre estos metales se mencionan al cobre que se promediaría en US\$ 6,289/TM, el zinc en US\$ 3,009/TM, el oro en US\$ 1,268/oz y, la plata en US\$17.5/oz. Todo ello pronostica un mejor año y un mayor crecimiento, tras varios años, que a su vez traerán consigo el inicio de varios proyectos para el sector y que están considerados en la cartera del Ministerio de Energía y Minas, tales como: Justa y Quellaveco, Pampa del Pongo, entre otros; proyectos que tienen mayores posibilidades de alcanzar dicha etapa en el año (Semana Económica, 2017, p. 4).

**Figura N° 04**



### **Análisis de la Empresa**

En este contexto, la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., situado en el distrito de San Juan de Lurigancho – Lima, forma parte de las Empresas de Capital Privado dedicado exclusivamente al servicio de la Ingeniería Minera y de la Construcción.

En la actualidad, en el área de extracción de minerales, de la empresa, se ha podido revelar la baja productividad de la maquinaria y equipos lo que trae consigo paradas y averías en diversas máquinas de la empresa.

La presente tesis, pretende demostrar que si la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A. implementará el Mantenimiento Productivo Total en el área de extracción de minerales, se reducirían las averías y paradas en la maquinaria y equipos, dado que se mantendrían en un mejor estado y la productividad sería continua y más elevada.

Se evidencia, a continuación, el Diagrama Ishikawa realizado el cual ha sido empleado para identificar la problemática en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A. El mismo se ha obtenido a partir de entrevistas con los supervisores y trabajadores de la misma.

### **Análisis de la Problemática de la Empresa**

Continuando, se muestra la constatación hallada como justificación de la problemática de la empresa y sus principales causas:

Figura N° 05

Fuente: Elaboración Propia

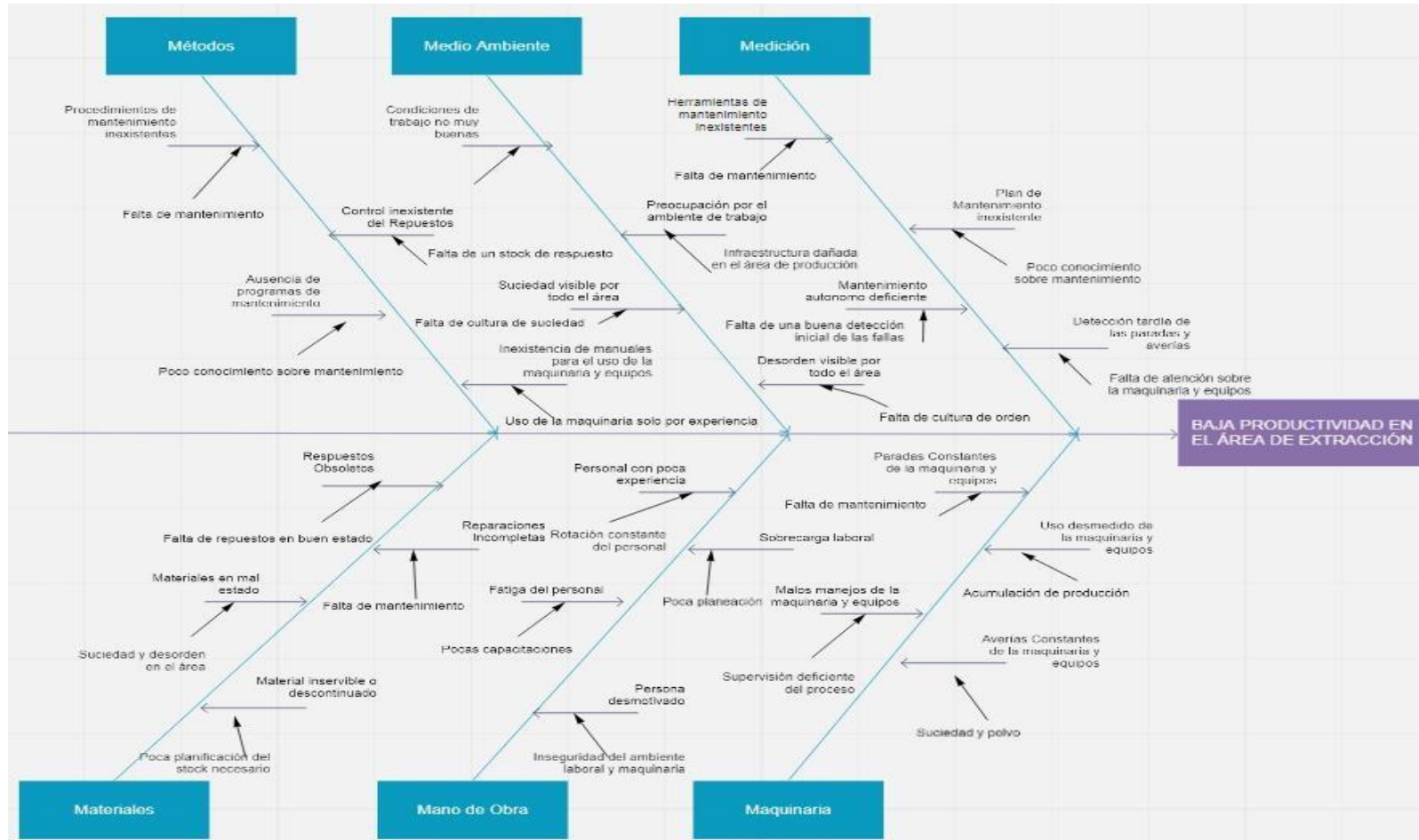


Diagrama de Ishikawa de la empresa MCEISA

La Figura N° 05 describe las causas y sub-causas encontradas en la empresa y que derivan como principal problema a la baja productividad en el área de extracción de minerales debido a problemas en la maquinaria y materiales.

Los resultados arrojados por el Diagrama de Ishikawa fue basado en una encuesta ejecutada a 15 trabajadores de la empresa los cuales brindaron sus opiniones relacionados de los principales problemas que abruman a la empresa, las principales causas señaladas fueron las siguientes:

- Paradas Constantes de la maquinaria y equipos por Falta de mantenimiento
- Material inservible o descontinuado por Poca planificación del stock necesario
- Averías Constantes de la maquinaria y equipos por la Suciedad y polvo
- Repuestos Obsoletos por Falta de revisiones
- Malos manejos de la maquinaria y equipos por la Supervisión deficiente del proceso
- Uso desmedido de la maquinaria y equipos
- Procedimientos de mantenimiento inexistentes

Así mismo, luego del Diagrama de Ishikawa se realizó un Diagrama de Pareto que cruza la puntuación dada a cada causa considerada en el diagrama anterior, señalando las principales causas a los del lado derecho y en reflejando en forma decreciente de derecha a izquierda, los ponderados arrojaron la mayor puntuación en las causas señaladas anteriormente.



Figura N° 06

Fuente: Elaboración Propia

	1P	2P	3P	4P	5P	6P	7P	8P	9P	10P	11P	12P	13P	14P	15P	16P	17P	18P	19P	20P	21P	22P	23P	24P	PUNTAJE	% POND
1P		1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	12	4%
2P	0		1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	9	3%
3P	1	1		0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	10	3%
4P	1	1	1		1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	11	4%
5P	1	1	1	1		1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	20	7%
6P	0	1	1	1	1		1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	13	4%
7P	1	1	1	0	1	1		0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	11	4%
8P	1	1	1	0	1	0	1		1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	12	4%
9P	0	1	0	0	0	1	1	1		1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	12	4%
10P	0	1	1	1	1	0	0	1	0		0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	10	3%
11P	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0		1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	11	4%
12P	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1		1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	11	4%
13P	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1		1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	14	5%
14P	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1		1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	10	3%
15P	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1		0	1	1	0	0	0	1	1	0	14	5%
16P	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1		1	1	0	1	1	1	1	1	19	6%
17P	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1		0	0	1	0	1	1	1	10	3%
18P	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0		0	0	1	1	1	1	9	3%
19P	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0		0	0	0	1	1	9	3%
20P	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1		0	0	0	1	9	3%
21P	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1		0	1	1	20	7%
22P	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1		0	0	13	4%
23P	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0		1	14	5%
24P	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1		19	6%
TOTAL																								302	100%	

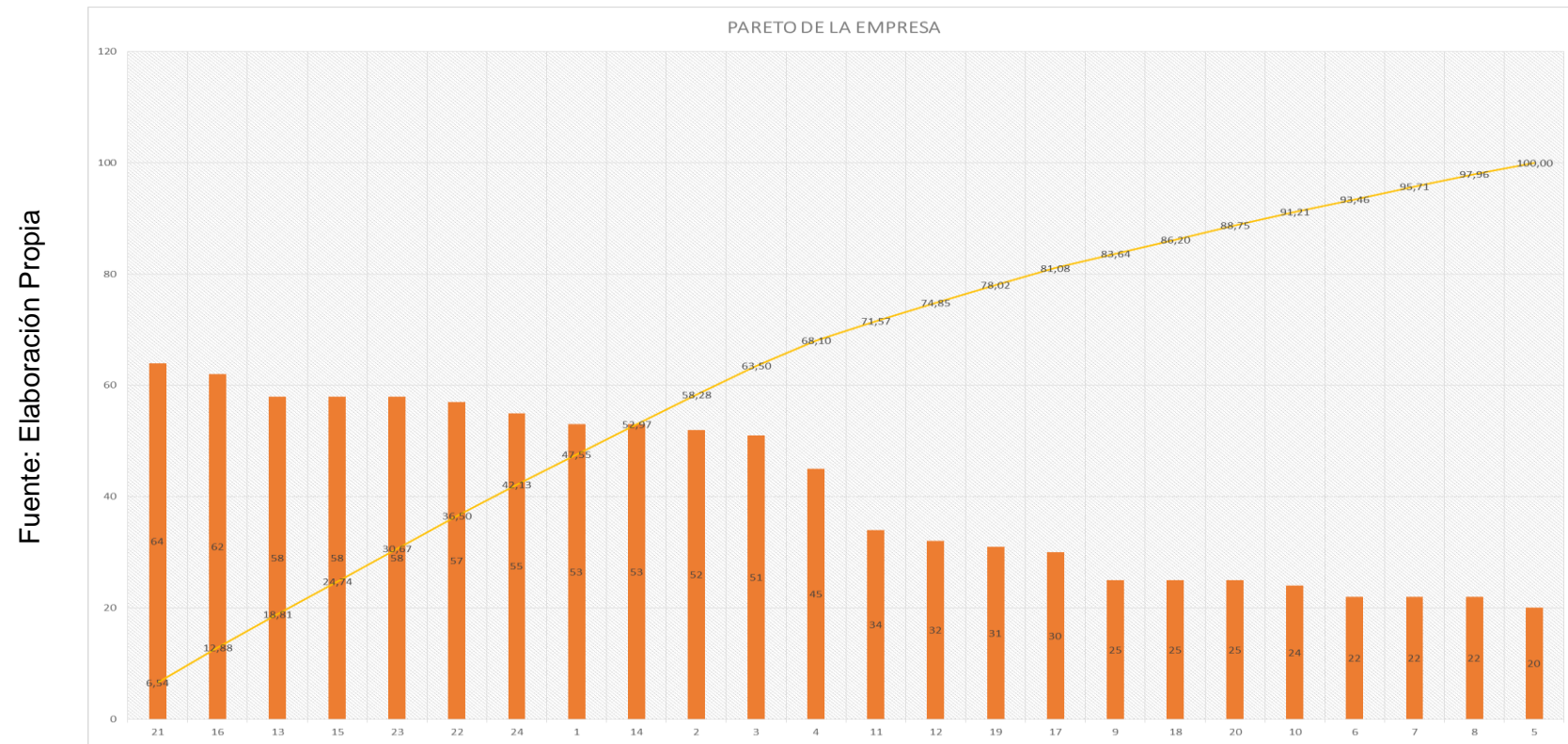
Matriz Correlacional de la Empresa MCEISA

La Figura N° 06 relaciona todas las causas encontradas para el problema principal y los enlaza según sea necesarios mostrando un mayor puntaje para las causas concernientes a maquinaria, materiales y métodos.

Para un mayor entendimiento se señala, a continuación, las abreviaturas señaladas por cada problema:

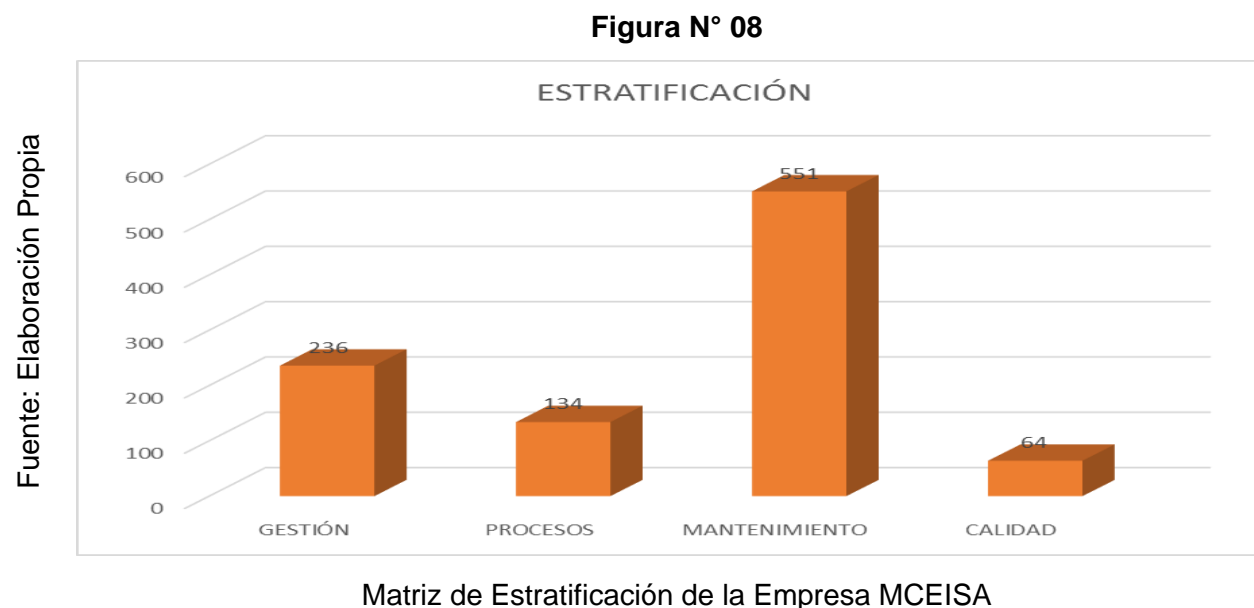
- |       |   |       |   |
|-------|---|-------|---|
| – P1  | Procedimientos de mantenimiento inexistentes                    | – P13 | Repuestos Obsoletos                           |
| – P2  | Control inexistente del Repuestos                               | – P14 | Reparaciones Incompletas                      |
| – P3  | Ausencia de programas de mantenimiento                          | – P15 | Materiales en mal estado                      |
| – P4  | Inexistencia de manuales para el uso de la maquinaria y equipos | – P16 | Material inservible o discontinuado           |
| – P5  | Condiciones de trabajo no muy buenas                            | – P17 | Personal con poca experiencia                 |
| – P6  | Suciedad visible por todo el área                               | – P18 | Sobrecarga laboral                            |
| – P7  | Preocupación por el ambiente de trabajo                         | – P19 | Fatiga del personal                           |
| – P8  | Desorden visible por todo el área                               | – P20 | Persona desmotivado                           |
| – P9  | Herramientas de mantenimiento inexistentes                      | – P21 | Paradas Constantes de la maquinaria y equipos |
| – P10 | Plan de Mantenimiento inexistente                               | – P22 | Uso desmedido de la maquinaria y equipos      |
| – P11 | Mantenimiento autónomo deficiente                               | – P23 | Malos manejos de la maquinaria y equipos      |
| – P12 | Detección tardía de las paradas y averías                       | – P24 | Averías Constantes de la maquinaria y equipos |

**Figura N° 07**



**Diagrama de Pareto de la Empresa MCEISA**

La Figura N° 07 representa todas las causas del problema principal de la empresa, el 80% es representado por las 16 primeras barras, de izquierda a derecha, estas son causas, principalmente, de maquinaria, materiales, métodos y unas pocas de mano de obra, para un mayor detalle del eje x ver el Anexo N° 7.



La Figura N° 08 muestra la calificación dada a las principales causas del problema principal de la empresa, la mayoría de causas pertenecen al mantenimiento con un total de 10 causas encontradas, seguido de gestión un total de 7 causas encontradas.

Las causas señaladas según la clasificación dada fueron las siguientes:

- Gestión: P2, P4, P7, P16, P17, y P20.

- Procesos: P1, P9, P18, y P19.
- Mantenimiento: P3, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P21, P22, P23, P24.
- Calidad: P5, P6, y P8.

**Figura N° 09**

Fuente: Elaboración Propia

CONSOLIDADO DE PROBLEMAS POR ÁREA	MÉTODOS	MEDIO AMBIENTE	MEDICIÓN	MATERIALES	MANO DE OBRA	MAQUINARIA	NIVEL DE CRITICIDAD	TOTAL DE PROBLEMAS	% DE PROBLEMAS	IMPACTO	CALIFICACIÓN	PRIORIDAD	MEDIDAS A TOMAR
GESTIÓN	2	1	0	2	2	0	Medio	7	29%	7	236	2	Mantenimiento Preventivo
PROCESOS	1	0	1	2	2	0	Medio	6	25%	5	134	3	5'S
MANTENIMIENTO	1	0	3	0	0	4	Alto	8	33%	10	551	1	TPM
CALIDAD	0	3	0	0	0	0	Bajo	3	13%	3	64	4	*
TOTAL DE PROBLEMAS	4	4	4	4	4	4	-	24	100%	-	-	-	-

Matriz de Priorización de la Empresa MCEISA

La Figura N° 09 destaca las principales causas y sus áreas de gestión, brindándoles una calificación para poder priorizarlas y detallando las medidas a tomar por cada una, como se muestra en el área de mayor calificación la medida a tomar es la aplicación del TPM dado que está referido al mantenimiento dentro de la empresa.

De la misma manera, se muestra a continuación el pretest que sirvió de apoyo para equiparar la variable dependiente:

**Tabla N° 01: PreTest de la Variable Dependiente**

DATOS GENERALES							
INVESTIGADOR	Ortega Pacheco, Josué Edgar	Jefe del Área	Fariñas Martínez Rosendo				
EMPRESA	Martín Contabilas Ingeniería S.A.	ÁREA	Área de Edificación de Muebles				
DATOS DEL INDICADOR							
INDICADOR	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO	FÓRMULA			
EFICIENCIA	Es una medida que permite comparar la agilidad con que algo se logra/guarda hacer una tarea con menos recursos.	Fichaje	Ficha de Registro	$\frac{\text{Tiempo Total de Anotar}}{\text{Tiempo Planificado}}$			
EFICACIA	Es una medida de rendimiento sobre un proceso el cual utiliza la menor cantidad de unidades o los menos recursos para la mayor cantidad de producción o resultados.	Fichaje	Ficha de Registro	$\frac{\text{Anotar Real}}{\text{Anotar Planificado}}$			
PRODUCTIVIDAD	La productividad es la forma más eficiente para generar recursos midiéndolos en dinero, determinando así su rentabilidad y competitividad frente a otras empresas.	Fichaje	Ficha de Registro	$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$			
PRE-TEST							
FECHA	TIEMPO PROGRAMADO	TIEMPO TOTAL PRODUCTO	PRODUCTO REAL	PRODUCCIÓN PLANIFICADA	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD INICIAL
01/05/2018	400 min	318 min	334	310	83%	92%	34%
02/05/2018	400 min	345 min	350	310	73%	48%	35%
03/05/2018	400 min	327 min	338	310	88%	82%	34%
10/05/2018	400 min	274 min	324	310	97%	44%	32%
11/05/2018	400 min	388 min	360	310	82%	97%	38%
12/05/2018	340 min	328 min	330	338	94%	78%	74%
14/05/2018	400 min	300 min	401	310	83%	98%	83%
15/05/2018	400 min	348 min	388	310	73%	98%	47%
16/05/2018	400 min	318 min	378	310	88%	72%	48%
17/05/2018	400 min	321 min	380	310	87%	74%	50%
18/05/2018	400 min	388 min	428	310	83%	94%	50%
19/05/2018	340 min	321 min	330	338	82%	78%	73%
21/05/2018	400 min	388 min	388	310	94%	77%	42%
22/05/2018	400 min	347 min	340	310	77%	88%	47%
23/05/2018	400 min	388 min	388	310	83%	78%	42%
24/05/2018	400 min	303 min	330	310	83%	77%	48%
25/05/2018	400 min	303 min	388	310	83%	77%	48%
26/05/2018	340 min	314 min	334	338	88%	82%	77%
28/05/2018	400 min	321 min	404	310	87%	78%	50%
29/05/2018	400 min	388 min	350	310	74%	88%	57%
30/05/2018	400 min	401 min	380	310	84%	88%	52%
31/05/2018	400 min	318 min	380	310	87%	74%	48%
01/06/2018	400 min	318 min	330	310	88%	82%	38%
02/06/2018	340 min	333 min	340	338	88%	94%	82%
04/06/2018	400 min	388 min	350	310	87%	88%	55%
05/06/2018	400 min	348 min	338	310	73%	88%	47%
06/06/2018	400 min	344 min	370	310	73%	78%	52%
07/06/2018	400 min	400 min	330	310	83%	88%	54%
08/06/2018	400 min	387 min	400	310	98%	94%	47%
09/06/2018	340 min	328 min	178	338	88%	78%	80%
TOTAL	1200 min	978 min	5107	4280	73%	72%	48%

Fuente: Elaboración Propia

## **Trabajos Previos**

### **Antecedentes Internacionales**

VELÁSQUEZ Estrada, María Alejandra. Propuesta para la implementación de un Sistema de TPM para eficientizar las Operaciones del Proceso Productivo en la línea de producción de bebidas carbonatadas en la fábrica de gaseosas Salvavidas S.A. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2017. En la actual investigación, la finalidad general fue mejorar la eficiencia de las operaciones en una de las líneas de producción de bebidas de la empresa Salvavidas S.A., dado que mejorando la eficiencia de las operaciones la productividad aumentaría del mismo modo. Se comenzó con un análisis del araigo actual de la línea de producción, antes mencionada, así se planificó y planteó una aspiración para la implementación de un sistema de mantenimiento basado en el TPM, con ello se encontraron diferentes oportunidades de mejora que se aplicaron en la línea de producción; no obstante, las más relevantes fueron en función al mantenimiento de la maquinaria y equipos de la línea de producción, para ello, también, se plantearon en conjunto metas y propósitos para la empresa. Con ello, se logró el aumento de la productividad de la línea de producción de 72% a 89%, mejorando del mismo modo la eficacia y eficiencia de la misma. El desempeño de dichas metas de mantenimiento requirió una implementación de una efectiva administración del programa. El presente trabajo de investigación empleara de guía para la formulación de las metas que se puedan plantear con el TPM y para la empresa en estudio.

MANSILLA Del Valle, Natalia leandra. Aplicación de la Metodología de TPM para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de goma de mascar en una Industria Nacional. Tesis (Título de Ingeniero Alimentario). Chile: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, 2015. La presente investigación tuvo como objetivo del proyecto la implementación el TPM, abarcando la inspección de diferentes procesos con el proceso de estandarizar y disminuir perdidas en la fabricación de chicle en dos líneas de producción llamadas línea 1 chicle sin azúcar y línea 2 chicle con

azúcar. Para ambas líneas de producción de chicle, se aplicó el TPM junto con otra herramienta de Lean Manufacturing, la estandarización, demostrándose que con la aplicación de estas herramientas se logra reducir la cantidad de defectos de calidad, por ejemplo de productos no conformes, y así mismo, disminuir las paradas de equipos por fallos de procesos, por ejemplo, en el número total de fallos por procesos, departamento, y medida. También, se logró reducir los impactos ambientales mediante el uso racional de recursos: el scrap disminuyó un 27 % en la línea 1 y un 13 % en la línea 2; reproceso disminuyó un 48 % en la línea 1 y un 100 % en la línea 2, se aumentó la eficacia de 74% a 80%, la eficiencia de 79% a 92% y la productividad de 76% a 89%. Finalmente se demostró que la metodología del TPM, centrada en la estandarización del proceso, repercute en la mejora de la productividad, dado que ayudo a reducir de las pérdidas de fabricación de chicle, consumiendo menos recursos y ganando más cantidades producidas. La presente investigación servirá como guía la implementación del TPM basándose en la estandarización de procesos y en la inspección de la maquinaria y equipos.

ZAPATA García, Andrés. Propuestas de mejora bajo la filosofía TPM para la empresa Cummins de los Andes S.A. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Antioquía: Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de Ingeniería, 2015. La investigación está orientada a la implementación del TPM, basado en propuestas de mejora de mencionada filosofía, todo ello, en la empresa Cummins de los Andes. Estas propuestas lograron la utilización del tiempo y recursos esenciales para la exposición del servicio que ofrece la empresa en estudio, que es el de la reparación de motores, los cuales ayudaron a mejorar la productividad y obtener más ganancias para la empresa. Se aplicaron diferentes herramientas de ingeniería industrial como el diagrama de Pareto, Ishikawa, con las cuales se identificaron los diferentes problemas que se presentaban en la empresa, y con ello proponer dichas propuestas. La aplicación del TPM, trajo consigo no solo cambios en la empresa, sino también en los trabajadores y directores de la empresa, dado que conformaron parte de la unidad de cambio para la meta de cero fallos, con ello se demostró que con la implementación del TPM, se aumenta la productividad no solo en la empresa, sino en todos los factores que la



conforman como es el capital humano, para el caso de la empresa en investigación la productividad en el servicio de reparación de motores se incrementó de 82% a 90%, dado la participación de todos los colaboradores de la misma. La presente investigación servirá como guía para el desarrollo del TPM tomando en cuenta el capital humano y el apoyo que se requiere del mismo.

ROJAS Rangel, María Fernanda. Implementación de los pilares TPM (Mantenimiento Total Productivo) de mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo en la planta de producción Ofixpres S.A.S. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Floridablanca: Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, Facultad de Ingeniería Industrial, 2015. El proyecto tuvo como objetivo principal la implementación de los diferentes pilares del TPM, los cuales garantizaron una elevada calidad de fabricación, mejoraron la productividad y aseguraron el cuidado de la maquinaria y equipos, dado que se detectaron y evitaron muchas averías desde su inicio, levantando la moral de los trabajadores y su satisfacción con el trabajo realizado. Al implementarse el TPM, de acuerdo, a los lineamientos de la empresa, se plantearon, del mismo modo, indicadores de gestión que fueron analizados por la empresa, y los cuales tuvieron como objetivo buscar puntos críticos y acciones correctivas y preventivas con el uso del TPM. El trabajo en equipo compuesto con la contribución y responsabilidad individuales y con una comunicación efectiva fue clave en el éxito del proyecto total, pudiendo aumentar la productividad (de 74% a 85%), y la eficiencia (de 78% a 91%). La presente investigación servirá como guía para identificación de los beneficios y costos de los materiales relacionados a las TPM.

ACUÑA Raga, Esteban. El Mantenimiento Productivo Total y la importancia del Recurso Humano para su exitosa implementación. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería, 2014. El proyecto tuvo como objetivo principal la implementación del TPM, proponiendo cambios estructurales en la cultura laboral de la producción y el mantenimiento, enfocándolo en la gestión de mantener y producir como una sola unidad, lográndose así la generación de un elevado beneficio en el proceso de la producción y mejorándose la calidad de productos manufacturados y en el

servicio que brindan la empresa. La implementación del TPM, se basó en el total apoyo y empoderamiento de la alta dirección en el cambio y la integración de todo el personal en todos los niveles. Así, al aplicar el TPM en la empresa se difundió en toda la organización la generación de confianza y disposición por parte de los empleados, logrando en conjunto el aumento de la productividad en un 15% pasando de 70% a 85%. El presente trabajo de investigación servirá de guía para la guía del personal en cuanto a la implementación del TPM en la empresa.

### **Antecedentes Nacionales**

VILLENA Andia, Ali Omar. Propuesta de Implementación de un Plan De Mantenimiento de equipos bajo las técnicas del TPM en una Empresa Constructora. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2017. La presente investigación tuvo como objetivo principal la implementación del TPM, bajo el desarrollo de un plan de Mantenimiento que permitió mejorar la productividad de las maquinarias, sin incurrir en gastos no presupuestados, y por ende mejorando tanto los ingresos de la empresa de constructora como la percepción que tiene el cliente sobre el servicio brindado. Al aplicar el TPM, se desarrolló un método para comparar rendimientos en el cual se definió y cuantificó parámetros de comparación para los distintos equipos de la flota en base a los requerimientos y prioridades de la empresa de forma que se pudieron encontrar el equipo crítico de manera que se pudieron direccionar los recursos de la misma para obtener mejores resultados. Se analizó al área de mantenimiento, mediante una auditoría. Esta tuvo como resultado un 86% de productividad del área con el plan del TPM se alcanzó un nivel de aceptable de un 95%. El antecedente nos servirá para tener una visión del proceso de implementación del TPM, y para reforzar los parámetros con los cuales se le puede medir.

SALINAS Manrique, Emiliana Vanesa. Aplicación Del Total Productive Maintenance para la mejora de la productividad en el Área de Mantenimiento, en la empresa Compañía Peruana de Ascensores S.A. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, 2017. La presente investigación demostró que con la implementación

del TPM en la empresa Compañía Peruana de Ascensores S.A, se mejoró la productividad y calidad del servicio que brinda el área de mantenimiento, puesto que se presentaban constantemente problemas, por lo que, la empresa, se vio en la necesidad de adoptar herramientas de gestión y control de procesos productivos ante la falta de responsabilidades y procedimientos definidas, sin dejar de lado aspectos como el crecimiento del negocio y oportunidades en los últimos años. La aplicación del Total Productive Maintenance mejora la productividad del área de Mantenimiento, en la empresa Compañía peruana de ascensores S.A en un 59.41 %, en un 58.51% la eficiencia del área de mantenimiento y un 7.16% la eficacia del el área de mantenimiento. Este antecedente servirá de guía para la elección de indicadores y variables de medición.

MALDONADO Mondragon, Ana Karenina y YSIQUE Chávez, Sumner de Bari. Sistema de Mejora Continua basado en el Mantenimiento Productivo Total para reducir los desperdicios en el Área de Producción de la empresa Indoamericana S.A.C. - Lambayeque 2016. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, 2016. La presente investigación aplicó el TPM en el área de producción de la empresa, donde se originan una serie de desperdicios como las paradas de la línea por fallas, por reproceso, por falta de materia prima, entre otros. Esta implementación tuvo dos etapas una la etapa inicial donde se buscó el compromiso de la gerencia, y una etapa de la implementación basada en la aplicación de los cinco pilares seleccionados del Sistema de Mantenimiento Productivo Total. Se logró aumentar el indicador de productividad a un 54% y la calidad a 93.2%, así también se redujo la cantidad de sacos rechazados en 10.05 % mensualmente, el tiempo perdido causado por paradas de máquinas, se incrementó el OEE en un 20%, obteniendo un costo/beneficio de S/. 1.42. Así, se llegó a la conclusión, que con un Sistema de Mantenimiento Total, evitaron continuas paradas y se redujeron costos innecesarios, y así mismo, desperdicios. Este trabajo previo nos permitirá tomar en cuenta el diagnóstico de la situación actual de la empresa, y el TPM para posteriores propuestas de mejora en cualquier empresa.

CAVALCANTI Garay, Migdaliz. Adaptación de un Programa de Mantenimiento Productivo Total y aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de los equipos para una compañía minera. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2016. El presente estudio tuvo como finalidad la implementación del TPM y la aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de los equipos (OEE) para una compañía minera. Para ello, se establecimiento una estrategia de Mantenimiento Productivo Total, basada en la reducción de defectos en el equipo, maximizando la calidad de los productos, mejorando el rendimiento de la maquinaria y equipos. Así mismo, se buscó mejorar la organización, volviéndola más eficiente y rentable, para ello, se realizó un análisis de la situación actual antes de las mejoras, en conjunto con una meta para el siguiente mes, de un 22 - 25 %, para la mejora de la productividad. Al terminar de aplicarse el TPM se logró un 40% de rentabilidad para la empresa, encontrándose en un buen nivel comparado con su sector industrial. Este antecedente nos ayudará a comprender mejor los indicadores basados en OEE, y como aplicarlos y analizarlos para un estudio concreto.

SILVA Burga, Jorge Enrique. Implantación del TPM en la zona de enderezadoras de Aceros Arequipa. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2015. El objetivo principal de esta investigación fue la aplicación del TPM en la planta de laminado en frío. Al lograr implementarse el TPM se fortaleció el trabajo en equipo: el personal de producción y mantenimiento trabajaron en equipo para conseguir mejores resultados de operación, la confiabilidad del equipo y la calidad del producto. Los costos incurridos por la implantación no fueron muy elevados comparado con los grandes beneficios que se obtuvieron con el TPM. La implantación de esta herramienta de Lean Manufacturing requiere de tiempo para lograr resultados positivos, dado que requiere el apoyo de la gerencia y la participación de todos los trabajadores de todo nivel. Además, los operadores mejoraron el cuidado de la maquinaria y equipos, trabajando en equipo, generando un sentido de orgullo y lealtad por la empresa, mayor motivación y mayor seguridad laboral, mejorando así la productividad, la eficacia y la eficiencia en la misma, de 86% a 94%, de 70% a 82%, de 75% a 86%, respectivamente. La presente tesis servirá de guía para la

motivación necesaria y orientada que debe recibir cada trabajador en la empresa para lograr el éxito del TPM.

## Teorías relacionadas al tema

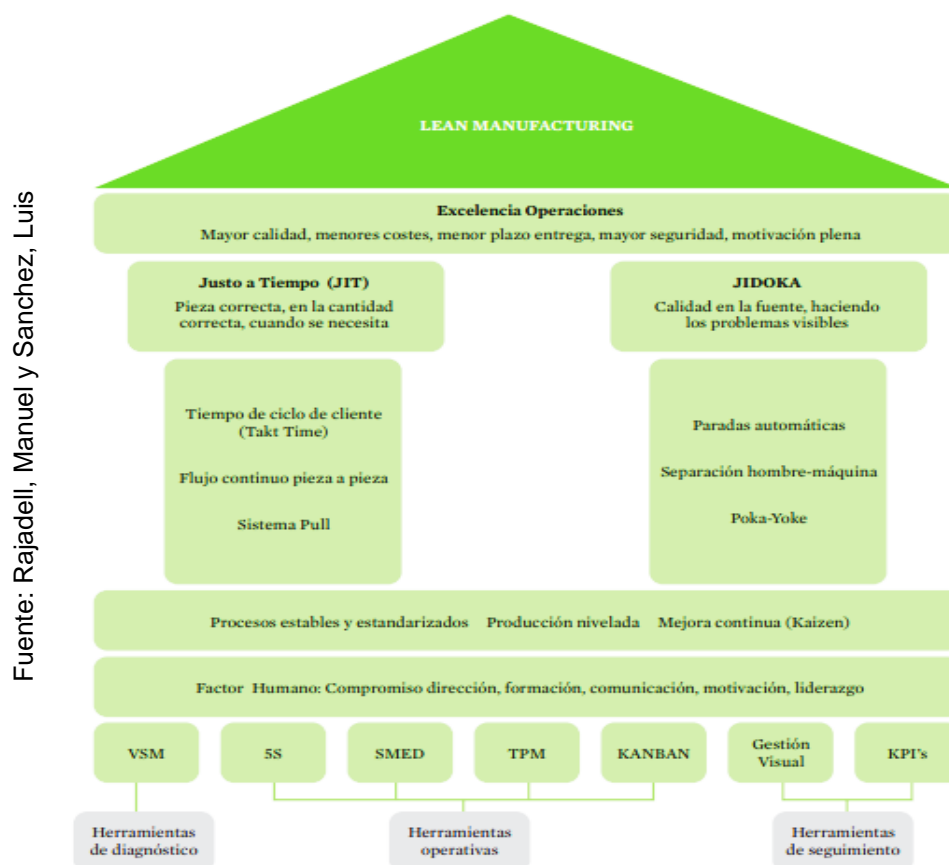
### Teorías relacionadas a la Variable Dependiente

#### *Lean Manufacturing*

Según Rajadell, Manuel y Sanchez, Luis, Lean Manufacturing es una filosofía que permite la eliminación del despilfarro mediante el uso de diferentes herramientas como el TPM, las 5's, SMED, Kanban, Kaizen, entre otras [...] (2015, p.1).

Continuando, Arbulo, Patxi (2017) menciona que Lean Manufacturing es un enfoque de gestión por procesos basado en la producción necesaria en el momento indicado (p.53). La Figura N° 10 representa una adaptación actualizada de esta Casa:

Figura N° 10



Adaptación Actualizada de la Casa de Toyota

### ***Herramientas del Lean Manufacturing***

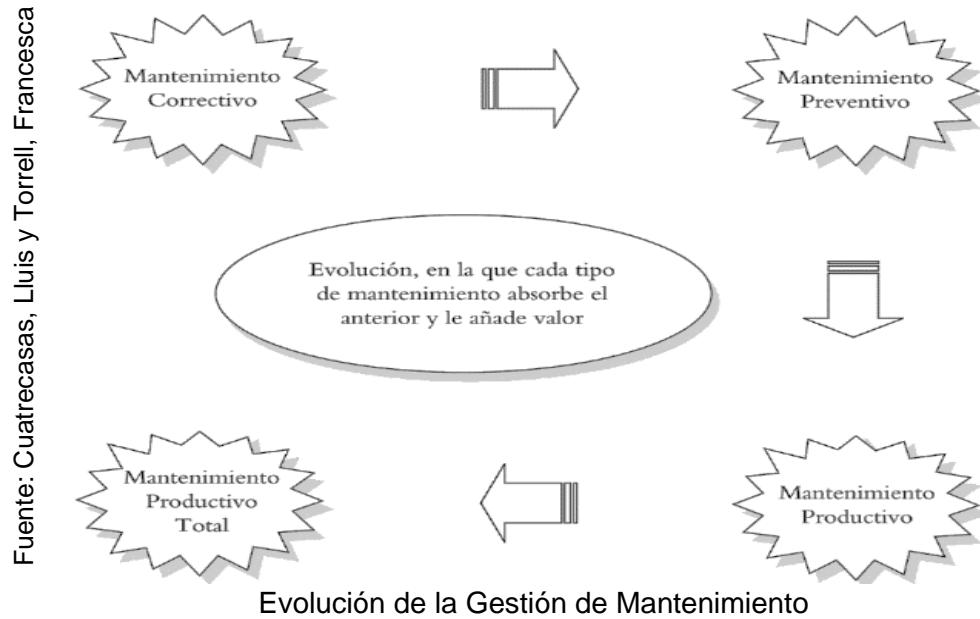
Desde la posición de Rojas, Anggela y Gisbert, Víctor (2017) se describen las siguientes herramientas de Lean Manufacturing:

- **Las 5'S:** metodología que consta de 5 pasos y que sirve para crear una cultura organizacional de disciplina basada en el orden y limpieza de cualquier área dentro de una empresa. Estas son: Eliminar, ordenar, limpiar, estandarizar, disciplinar.
- **Reducción de Tiempos de Cambio o SMED (Single Minute Exchange of Die):** metodología o grupo de técnicas que tiene como objetivo la deducción de los tiempos de iniciación de máquina, generando así más tiempo productivo para la reducción del tamaño del inventario
- **Mantenimiento Productivo Total o Total Productive Maintenance (TPM):** grupo de múltiples acciones de mantenimiento que tienen como objetivo eliminar las pérdidas por tiempos de paradas no programadas de las máquinas, mejorando así la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- **KANBAN:** o también llamada tarjetas visuales, es utilizada para controlar el avance del trabajo, dentro de la producción, mejorando la calidad del producto por una mejor detección de los defectos del mismo (pp. 35-45).

### ***Evolución del Mantenimiento***

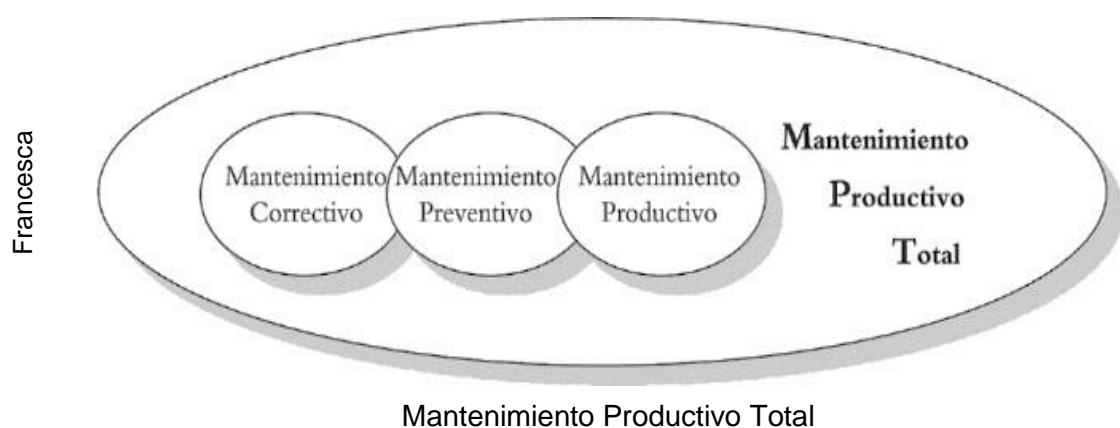
A partir de 1950, se mencionan bases del mantenimiento que buscaban más que todo, la rentabilidad y economía, todo ello en base a la máxima producción, por ende, también, se constituyó funciones de mantenimiento orientadas a detectar y anticipar posibles fallos antes de que estos se den. Luego, por 1970, se incorporó e implemento el Mantenimiento Productivo que brindaba un paso adelante respecto al mantenimiento preventivo, ya que consideraba más principios e incluía los que ya se tenían. Así mismo, se abrió paso al Mantenimiento Productivo Total (TPM) que empezó como un planteamiento de gestión de mantenimiento efectivo e integrado que englobó los ya mencionados, tal como se muestra en la Figura N° 11:

**Figura N° 11**



Por lo anteriormente dicho, se puede precisar que el TPM nació a consecuencia de la imposición de distintas etapas de Mantenimiento Correctivo, Preventivo y Productivo, y como parte de la evolución de la mejora continua, donde cada fase se caracteriza por su planteamiento propio que sirve de base para la introducción y desarrollo de la siguiente etapa (Cuatrecasas, Lluís y Torrell, Francesca, 2015, pp. 29-32).

**Figura N° 12**





### ***Tipos de Mantenimiento***

Para Gómez, Félix (2013), los tipos de mantenimiento que se consideran son los siguientes:

- **Mantenimiento Correctivo:** o llamado, también, mantenimiento a rotura, es aquel mantenimiento donde sólo se interviene cuando el fallo se produce; es decir, es mantenimiento pasivo que espera la avería o fallo. Además, no requiere ninguna planificación sistemática, por lo que no se trata de un planteamiento organizado de acciones o tareas.
- **Mantenimiento Preventivo:** es aquel mantenimiento disminuye o evita la reparación de equipos y maquinarias mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados, lo que se conoce, también como "las tres erres del mantenimiento". Estas inspecciones son exhaustivas, dado que se realiza el desmontaje total o parcial de la máquina con el fin de revisar el estado de sus elementos, reemplazando aquellos que se estime oportuno a la vista del examen realizado.
- **Mantenimiento Predictivo:** o llamado, también, mantenimiento según estado o condición, surge de la necesidad de reducir los costes del mantenimiento correctivo y preventivo. Por ende, reemplazar los elementos cuando realmente no se encuentren en buenas condiciones operativas, suprimiendo las paradas por inspección innecesarias y evita las averías imprevistas, mediante la detección de cualquier anomalía y el seguimiento de su posible evolución (pp. 20-29).

### ***Mantenimiento Productivo Total (TPM)***

Desde el punto de vista de Gómez, *et al.* (2013), es un enfoque que se asemeja al análisis de calidad de la producción basándose, de igual manera, en estudios de rendimiento y la recolección y aplicación de las tendencias más recientes para la planificación de participativa integral de todas las tareas de mantenimiento. Por ende, se puede decir que esta filosofía implica todos los estamentos y niveles de producción hasta llegar al operador y las acciones específicas que se tomen sobre cada máquina y sus principales componentes (pp. 28-30)

Según Rey, Francisco (2015, pp.59-61), el Mantenimiento Productivo Total o Global es el grupo de disposiciones técnicas, medios y acciones que garantizan que las máquinas, equipos y la organización, en general, conformen una línea de producción con cero fallos, incidencias y defectos para mejorar la productividad de un proceso productivo, y permitiendo, del mismo modo, reducir costes y stocks intermedios y finales.

Para Lluís *et al.* el TPM es un nuevo concepto de gestión de mantenimiento, que es incorporado por todos los colaboradores de una empresa y en todos los niveles a través de diferentes actividades para así elevar la producción mediante la mejora de gestión de equipos (p. 62).

### ***Los Pilares del Mantenimiento Productivo Total***

Según Madariaga, Francisco (2016, pp. 56-57) el TPM se basa en 5 pilares:

- La implementación de un sistema de mejora mediante la eliminación de despilfarros.
- La implementación de un programa de mantenimiento autónomo llevado a cabo por todos los operarios de la empresa.
- La implementación de un programa de mantenimiento preventivo y predictivo llevado a cabo por todo el personal de mantenimiento o producción.
- La implementación de una sistemática de prevención de mantenimiento, con el objetivo de minimizar las necesidades y el coste de mantenimiento, en la fase de diseño, mediante un feedback a la ingeniería de la misma etapa.
- La implementación de planes de formación y entrenamiento para mejorar las capacidades del personal de producción y mantenimiento.

### ***Fases del Mantenimiento Productivo Total***

Desde lo dicho por Suzuki, Tokutaro (2014) la fase de preparación del TPM arranca desde los siguientes pasos:

- **Anuncio formal de la decisión de introducir el TPM:** esta fase brinda el anuncio oficial a la dirección sobre el TPM en una reunión o por medio de publicidad.
- **Educación sobre el TPM introductoria y campaña de publicidad:** esta fase brinda el conocimiento necesario sobre el TPM en diferentes grupos de formación o mediante el uso de diapositivas, afiches, y otros.
- **Crear una organización para promoción interna del TPM:** esta fase crea un comité o grupo de dirección especializados para la promoción del TPM.
- **Establecer objetivos y políticas básicas TPM:** esta fase es la encargada de prever los efectos, actuando estratégicamente y con objetivos.
- **Diseñar un plan para implantar el TPM:** esta es la fase para la preparación para la postulación del TPM.
- **Introducción lanzamiento del proyecto empresarial TPM:** esta es la fase invita a los clientes y socios para el conocimiento del TPM.
- **Crear una organización corporativa para maximizar la eficacia de la producción:** esta fase persigue la OEE global de la producción.
- **Crear un sistema para la gestión temprana de nuevos equipos y productos:** esta fase desarrolla productos y equipos fáciles de usar y mantener.
- **Crear un sistema de mantenimiento de calidad:** esta fase establece, mantiene, y controla las condiciones de cero defectos.
- **Crear un sistema administrativo y de apoyo eficaz:** esta fase incrementa la eficacia en los departamentos de apoyo, mejorando y agilizando las funciones.
- **Desarrollar un sistema para gestionar la salud, seguridad y el entorno:** esta fase asegura un entorno de trabajo libre de accidentes y suciedad.
- **Consolidar la implantación del Mantenimiento Productivo Total y mejorar las metas y objetivos:** esta fase contempla objetivos más elevados del TPM (pp. 42-47).

## **Teorías relacionadas a la Variable Independiente**

### ***Productividad***

Según López, Jorge (2013) la productividad es la forma más eficiente para generar recursos midiéndolos en dinero, determinando así su rentabilidad y competitividad frente a otras empresas, dado que en el mundo global no todos tienen la misma productividad como naciones o entre empresas e individuos (p. 11).

Por otro lado, Rodríguez, Carlos (2016) menciona que desde una perspectiva más amplia, la productividad aprecia el avance económico, tanto de las organizaciones como de las naciones, definiéndola como una medida de la eficiencia económica que resulta de la relación entre los recursos utilizados y la cantidad de productos o servicios elaborados (p.23).

### ***Factores que afectan a la productividad***

Anaya, Julio (2015), los siguientes factores que afecta a la productividad:

- **Curva de aprendizaje:** es el grado de éxito obtenido durante el aprendizaje en el transcurso del tiempo. Se puede simplificar mediante un diagrama que representa el tiempo transcurrido y el número de éxitos alcanzados en ese tiempo, tomando en cuenta la ley del 80% y 20%.
- **Diseño del producto:** la mejora continua en los diseños de los productos, abarca un conjunto de procesos enfocados en descubrir lo que se necesita, desarrollando una lluvia de ideas, y generando el diseño del producto.
- **Mejoras Tecnológicas:** la mejora de la productividad requiere la utilización óptima de todos los recursos empleados, tanto de mano de obra como de equipos, instalaciones, materiales y medios financieros (pp. 69-82).

### ***Tipos de Productividad***

Conforme a lo publicado por el Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial (2016, pp. 18-26), la productividad es la relación entre la producción y los insumos o recursos utilizados, es decir, la cantidad de bienes o servicios que

se obtiene con una cantidad de insumos o recursos. Así mismo, define dos tipos de productividad:

- **Productividad Total:** es la medición total se expresa cuando en una sola medición se cuantifica la producción con todos los recursos requeridos para la misma; estos pueden ser terrenos, edificios, máquinas, herramientas, materias primas, materiales y horas hombre de trabajo, entre otros.
- **Productividad Parcial:** es la medición parcial se expresa en la relación entre la producción y un recurso, en específico, que puede ser mano de obra, maquinaria, o materia prima.

### **Teorías para resolver el 80% de las causas**

#### ***OEE (Overall Equipment Effectiveness)***

Según Madariaga, Francisco (2016, pp. 45-63), el OEE es el indicador principal del TPM, dado que mide la eficacia global de los equipos (p.56).

Para la medición de este indicador se usará la siguiente formula basándose en lo dicho por Madariaga:

$$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad$$

Del mismo modo, Madariaga, *et al.* describe las siguientes formulas:

#### ***Disponibilidad ( D )***

La disponibilidad de la maquinaria se define como el tiempo en que la maquina está disponible u operando basado en el tiempo de operación que se tenía planificado, del mismo modo, se define mediante la siguiente formula:

$$Disponibilidad (D) = \frac{T \text{ Disponible de la maquinaria}}{T \text{ Planificado de la maquinaria}}$$

### ***Rendimiento ( R )***

El rendimiento de la maquinaria se define como el tiempo de funcionamiento neto de la maquinaria basado en el tiempo disponible u operando, del mismo modo, se define mediante la siguiente formula:

$$Rendimiento (R) = \frac{T \text{ Funcionamiento Neto de la maquinaria}}{T \text{ Disponible de la maquinaria}}$$

### ***Calidad ( C )***

La calidad de la maquinaria se define como el tiempo efectivo de la maquinaria basado en el tiempo de funcionamiento neto de la misma, del mismo modo, se define mediante la siguiente formula:

$$Calidad (C) = \frac{T \text{ Efectivo de la maquinaria}}{T \text{ Funcionamiento Neto de la maquinaria}}$$

Ahora si multiplicamos D x R x C:

$$D \times R \times C = \frac{T \text{ Disponible}}{T \text{ Planificado}} \times \frac{T \text{ Func. Neto}}{T \text{ Disponible}} \times \frac{T \text{ Efectivo}}{T \text{ Func. Neto}} = \frac{T \text{ Efectivo}}{T \text{ Planificado}}$$

Entonces obtendremos:

$$D \times R \times C = \frac{T \text{ Efectivo}}{T \text{ Planificado}} = OEE$$

### ***Indicadores de la Productividad***

Citado con palabras de Amezcua, Cesáreo y Jiménez, Antonio (2013), los indicadores de productividad se pueden definir de diferentes maneras, pero la medición más común es mediante el uso de la eficacia y eficiencia (pp. 56-63).

$$Productividad = Eficiencia \times Eficacia$$

$$\frac{\text{Tiempo Total de Avance}}{\text{Tiempo Planificado}} \times \frac{\text{Avance Real}}{\text{Avance Planificada}}$$

Así mismo, Amezcua *et al.* Detalla los conceptos relacionados a la eficiencia y la eficacia:

- **Eficiencia:** es una medida que permite conocer la rapidez con que algo o alguien pueda hacer una tarea con menos recursos.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo Total de Avance}}{\text{Tiempo Planificado}}$$

- **Eficacia:** es una medida de rendimiento sobre un proceso el cual utiliza la menor cantidad de entradas o insumos para crear la mayor cantidad de productos o resultados.

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Avance Real}}{\text{Avance Planificado}}$$

Así mismo, al multiplica la eficiencia por la eficacia, se puede obtener la productividad, que indica el potencial que existe en el actual sistema de trabajo y en los programas de mejora continua.

### ***Importancia de la Productividad***

Para Krugman, Paul y Wells, Robin (2012), sólo se logra un crecimiento económico regular si la cantidad producida por el trabajador se incrementa de forma constante. Ello se puede conseguir, mediante un único camino para el aumento de su competitividad, rentabilidad, y productividad, la aplicación de la mejora de métodos, la determinación de los tiempos, la eliminación de despilfarros y un sistema adecuado de retribuciones. (pp. 6-7).

## **Marco Conceptual**

### **Mantenimiento Productivo Total**

Es un enfoque sobre la gestión de mantenimiento de la maquinaria y equipos, ello mediante la aplicación de estudios de rendimiento y recolección de tendencias

recientes, que son incorporadas a todos los colaboradores de una empresa, los cuales asumen el reto de cero fallas.

## **Productividad**

La productividad es el producto de la eficacia y la eficiencia, es decir la manera más eficiente para generar recursos o bienes y servicios, que se traducen en mayores ganancias para cualquier empresa y en muchas en su mayor prioridad.

## **Formulación del Problema**

### **Problema Principal**

- ¿Cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018?

### **Problemas Secundarios**

- ¿Cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficiencia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018?
- ¿Cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficacia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018?

## **Justificación del Estudio**

### **Justificación Metodológica**

Según Gonzales, Francisco (2017, p. 3) el TPM es un sistema integral de acciones para que mejoran la productividad de las áreas mediante la eliminación de pérdidas que se pueden presentar. También, se puede definir como un sistema donde cada uno de los elementos contribuye a la búsqueda de la perfección de las operaciones, acciones ordenadas y con metodología específica que permite eliminar las pérdidas de los sistemas productivos.

La aplicación del Mantenimiento Productivo Total para la mejora de la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez



Contratista e Ingeniería S.A. es justificable técnicamente ya que aportará estándares de limpieza y reparación por contaminación y suciedad garantizando el mantenimiento regular y reducir tiempos de limpieza y espera.

### **Justificación Económica**

El TPM es una herramienta de la filosofía Lean Manufacturing que permite reducir costos y presupuestos mediante la capacitación para reparaciones independientes a los operadores. Entrenando a los mismos para la detección de componentes defectuosos y cuando estén funcionando mal, iniciar las mediciones correctas y garantizando el correcto funcionamiento de la maquinaria o equipos durante la producción o uso de las mismas (Gonzales, Francisco, 2017, p. 5).

La presente investigación busca la mejora de la productividad en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., es justificable económicamente dado que el Mantenimiento Productivo Total invita al operario a tomar con mayor responsabilidad el mantenimiento de la maquinaria o equipos que utiliza, y capacitándolo para cualquier problema que pueda surgir, reduciendo costos y presupuestos no previstos y que pueden ser costosos.

### **Justificación Social**

“Somos una empresa con tendencia a ser líder en servicios especializados en la industria minera y construcción civil en el Perú y el extranjero, orientados a la satisfacción de nuestros clientes y proveedores” (Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018).

El proyecto ayudará a conseguir la visión de la empresa, dado que el Mantenimiento Productivo Total servirá de apoyo para lograr los objetivos de la empresa.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis General**

- La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018

### **Hipótesis Específicas**

- La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficiencia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018
- La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficacia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

- Determinar cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018

### **Objetivos Específicos**

- Determinar cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficiencia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018
- Determinar cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficacia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018

**Tabla N° 02: Matriz de Coherencia**

<b>MATRIZ DE COHERENCIA</b>		
<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>
<b>Principal</b>	<b>General</b>	<b>General</b>
¿Cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018?	Determinar cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018	La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018
<b>Secundarios</b>	<b>Específicos</b>	<b>Específicas</b>
¿Cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficiencia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018?	Determinar cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficiencia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018	La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficiencia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018
¿Cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficacia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018?	Determinar cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficacia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018	La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficacia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018

Fuente: Elaboración Propia

## **II. MÉTODO**

## **Tipo y Diseño de Investigación**

### **Tipo de Investigación**

La presente investigación es de tipo aplicada dado que, se va implementar una herramienta de Lean Manufacturing muy útil como es el TPM para aumentar la productividad.

Según Valderrama, Santiago (2015, p. 132), la investigación aplicada, se caracteriza por la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, que se implementan y sistematizan, de forma rigurosa, organizada y sistemática en la práctica basada a favor de la investigación.

### **Enfoque de Investigación**

La presente investigación es de enfoque cuantitativo dado que, se va recolectar una serie de datos continuos para probar las hipótesis planteadas.

Desde el punto de vista de Valderrama, Santiago (2015, p. 157), el enfoque cuantitativo, es utilizado, principalmente, para la recolección de datos con el objetivo de probar hipótesis, con base numérica y mediante un análisis estadístico estableciendo patrones de comportamiento y probando teorías.

### **Alcance o nivel de Investigación**

El nivel de investigación es de tipo explicativa o causal.

Referente a ello, Valderrama, Santiago (2015, p. 256), menciona que este nivel de investigación tiene como principal objetivo obtener evidencia de la relación causa y efecto de un fenómeno, buscando explicar las relaciones entre las diferentes variables de un problema.

### **Diseño de investigación**

El diseño de investigación es de tipo cuasiexperimental, dado que se toma un grupo de tratamiento al azar.

Según Bernal, César (2010), quien dice que este diseño contrasta una relación de causa y efecto antes y después pero del cual se tiene los controles mínimos (p. 85).

Esquema del diseño:

$$G: O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$$

Donde:

*G: Grupo muestra a quienes se aplicará el experimento.*

*O<sub>1</sub>: Medición previa (Productividad).*

*X: Variable Independiente (Mantenimiento Productivo Total).*

*O<sub>2</sub>: Medición posterior (Productividad).*

## **Variables, Operacionalización**

### **Variable Independiente (VI): Mantenimiento Productivo Total**

Según Rey, Francisco (2015, pp.59-61), el Mantenimiento Productivo Total o Global es el grupo de disposiciones técnicas, medios y acciones que garantizan que las máquinas, equipos y la organización, en general, conformen una línea de producción con cero fallos, incidencias y defectos para mejorar la productividad de un proceso productivo, y permitiendo, del mismo modo, reducir costes y stocks intermedios y finales.

### **Variable Dependiente (VD): Productividad**

Según López, Jorge (2013) la productividad es la forma más eficiente para generar recursos midiéndolos en dinero, determinando así su rentabilidad y competitividad frente a otras empresas, dado que en el mundo global no todos tienen la misma productividad como naciones o entre empresas e individuos (p. 11).

A continuación, el detalle de la operacionalización de las variables (Ver Tabla N° 02):

Tabla N° 03: Matriz de Operacionalización de las Variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>INDEPENDIENTE:</b> Mantenimiento Productivo Total (TPM)	Según Rey, Francisco (2015, pp.59-61), el Mantenimiento Productivo Total o Global es el conjunto de disposiciones técnicas, medios y acciones que garantizan que las máquinas, equipos y la organización, en general, conformen una línea de producción con cero fallos, incidencias y defectos para mejorar la productividad de un proceso productivo, y permitiendo, del mismo modo, reducir costes y stocks intermedios y finales.	Es un enfoque sobre la gestión de mantenimiento de la maquinaria y equipos, ello mediante la aplicación de estudios de rendimiento y recolección de tendencias recientes, que son incorporadas a todos los colaboradores de una empresa, los cuales asumen el reto de cero fallas.	Disponibilidad	$\frac{T \text{ Disponible de la maquinaria}}{T \text{ Planificado de la maquinaria}}$	Razón
			Rendimiento	$\frac{T \text{ Funcionamiento Neto de la maquinaria}}{T \text{ Disponible de la maquinaria}}$	Razón
			Calidad	$\frac{T \text{ Efectivo de la maquinaria}}{T \text{ Funcionamiento Neto de la maquinaria}}$	Razón
<b>DEPENDIENTE:</b> Productividad	Según López, Jorge (2013) la productividad es la forma más eficiente para generar recursos midiéndolos en dinero, determinando así su rentabilidad y competitividad frente a otras empresas, dado que en el mundo global no todos tienen la misma productividad como naciones o entre empresas e individuos (p. 11).	La productividad es el producto de la eficacia y la eficiencia, es decir la manera más eficiente para generar recursos o bienes y servicios, que se traducen en mayores ganancias para cualquier empresa y en muchas en su mayor prioridad.	Eficiencia	$\frac{\text{Tiempo Total Producido}}{\text{Tiempo Programado}}$	Razón
			Eficacia	$\frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Planificada}}$	Razón

Fuente: Elaboración Propia

## **Población, muestra y muestreo**

### **Población**

La población que se tomará en cuenta para la presente investigación será el avance productivo en el área de extracción de minerales de la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A durante un periodo de 30 días.

Considerando esta población, como la totalidad de unidades con las mismas características las cuales pueden ser estudiadas y que da origen a los datos de la investigación (Tamayo, Mario, 2013, p. 56).

### **Muestra**

Dado que la población es menor a 50, es decir, fácil de manejar se toma el total del avance productivo en 30 días.

Considerando a esta muestra, como un pequeño grupo de unidades de la población que sirve para estudiar un fenómeno estadístico (Tamayo, Mario, 2013, p. 58).

### **Criterios de Selección**

Se tomarán en cuenta los siguientes criterios de selección, para la inclusión y exclusión de algunos datos:

- **Criterios de inclusión:** la población comprende los días hábiles del avance productivo en el área de extracción de minerales de la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A.
- **Criterios de exclusión:** la población no abarca feriados, ni domingos.



## **Técnicas de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **Técnicas de recolección de datos**

#### **Observación**

Según Yuni, José y Ariel, Claudio (2014), la observación es una técnica utilizada por diferentes disciplinas empíricas para someter a estudio un fenómeno. Así mismo, para esta investigación, se utilizará la observación no participante indirecta se da cuando el observador o investigador mantiene cierta distancia respecto al fenómeno o realidad observada (p.141).

#### **Registro de Datos o Fichaje**

El fichaje es una técnica que consta en recolectar y almacenar información en diferentes etapas y procesos que se van desarrollando. Para su uso se recomienda el utilizar una ficha de valor propio, de claridad y autonomía y que conste de una estructura ordenada y lógica (Yuni *et al.*, 2014, p. 168).

#### **Instrumentos de recolección de datos**

Para la obtención de datos de la presente investigación se utilizará como instrumento principal la ficha de registro, dado que permitirá registrar y guardar los datos obtenidos con el cronómetro:

#### **Cronómetro**

El cronómetro es considerado como un instrumento para el estudio de tiempos o pequeñas fracciones de tiempo. A diferencia de otros relojes, el cronómetro muestra la medición en minutos, horas, y hasta milisegundos. Por lo general, el cronómetro mide varios periodos de tiempo, además que permite hacer grabaciones de tiempo sucesivos, para un registro de comienzo a fin con una precisión imposible de lograr manualmente (Yuni *et al.*, 2014, p. 172).

#### **Ficha de Registro**

La ficha de registro es un documento que sirve para almacenar ciertos datos recogidos de diversos recintos, que se consideran datos significativos de

fuentes consultadas, y que pueden constituirse de forma libre que se pueden adoptar para fines de trabajo (Yuni *et al.*, 2014, p. 184).

### **Validez del Instrumento**

La validez del instrumento a ser utilizado en la presente tesis se compone de un juicio de expertos y la ficha técnica a ser presentada.

### **Juicio de Expertos**

El juicio de expertos representa la validación del instrumento, indicadores y dimensiones a ser presentados para la tesis a sustentar. Consiste en buscar el consenso o validación entre un conjunto de expertos en un tema en cuestión, en este caso, expertos en TPM. Estos expertos validaron y asignaron una puntuación a cada variable y dimensión presentada, del mismo modo, brindaron su respaldo para ello. Los expertos que validaron todo lo anteriormente mencionado, fueron los siguientes:

- Mg. Leonidas Bravo Rojas
- Mg. Gustavo Montoya Cardenas
- Mg. Jorge Rafael Díaz

Estos expertos calificaron la pertinencia, relevancia y claridad del instrumento de medición a utilizarse (Ver Anexos N° 12, N° 13, N° 14).

### **Confiabilidad del Instrumento**

La confiabilidad del presente trabajo consta de una ficha técnica del instrumento a ser utilizado, para este caso un cronometro digital marca Cassio HS-70W (Ver Anexo N° 15).

### **Método de Análisis de Datos**

El análisis de datos se realizará con la ayuda el programa o software SPSS, en su versión 23, en español, ello para recopilación de datos, conversión y análisis.

Dado que la presente investigación es cuantitativa y comparativa, es decir, se realizará la comparación y análisis de los resultados obtenidos,

considerándolos como un antes y un después de la aplicación del TPM, se resalta, del mismo modo, que el método a ser utilizado será el hipotético-deductivo. Este método consiste en tomar las hipótesis planteadas (Ver Ítem 1.6.) y comprobarlas deduciendo de las mismas un conjunto de conocimientos y conclusiones de hechos que se vienen confrontando (Cegarra, José, 2014, p.59).

### **Análisis de Normalidad de la Variable Dependiente**

El análisis de normalidad de la variable dependiente, Cegarra, José (2014) nos menciona que puede utilizarse dos pruebas Kolmogorov-Smirnov, o Shapiro-Wilk:

- **Kolmogorov-Smirnov:** se aplica para contrastar hipótesis de normalidad de la población, a partir de 30 valores. Es independiente de la distribución poblacional especificada en la hipótesis nula y los valores críticos de este estadístico están tabulados.
- **Shapiro-Wilk:** se aplica para contrastar hipótesis de normalidad de la población, menor a 30 valores. Se apoya del cálculo de la media y la varianza muestral (pp. 81-87).

De lo anteriormente mencionado, se deduce que, dado que la población es de 30 valores, se tomará como prueba, para el análisis de normalidad de la variable dependiente, Kolmogorov-Smirnov.

### **Aspectos éticos**

La presente tesis contiene información de la Martínez Contratista e Ingeniería S.A., que fue brindada con la finalidad de apoyar al proyecto de investigación y mejorar la productividad de la empresa. Los datos tomados fueron aceptados por ambas partes, de forma consciente y voluntaria, respetando la política de la empresa y los principios y valores del presente investigador.

## **Desarrollo de la Propuesta**

### **Situación Actual de la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A.**

#### ***Descripción General de la Empresa***

Martínez Contratista e Ingeniería S.A. (MCEISA) es una empresa peruana sólida y asentada en la industria minera y construcción civil en el Perú; dedicada, principalmente, al desarrollo de proyectos constructivos y de minería de gran envergadura, con una gran flota de maquinaria pesada y equipos mineros operando alrededor de diferentes departamentos y países.

#### **Localización**

- País: Perú
- Provincia, Ciudad: Lima, Lima
- Distrito: San Juan de Lurigancho
- Dirección: Jr. Cajamarquilla 672 - Urbanización Azcarrunz

#### **Contacto**

Página Web: [www.mceisa.com/](http://www.mceisa.com/)

Teléfono: (01) 458-2841

Celular: 983725643

Correo: [informes@mceisa.com](mailto:informes@mceisa.com)

#### **Misión**

Ser una empresa líder en servicios especializados en la industria minera y de construcción civil en el Perú y el extranjero, orientados a la satisfacción de nuestros clientes y proveedores en los diferentes proyectos abarcados.

#### **Visión**

MCEISA es una empresa especializada en servicios de la industria minera y construcción civil, con altos estándares en la gestión de Seguridad y Salud para la mejor productividad de sus colaboradores, cuidando el Medio Ambiente,

cumpliendo con estándares de Calidad y generando rentabilidad a sus accionistas.

### **Valores Organizacionales**

MCEISA está orientada a satisfacer las necesidades de sus clientes, teniendo como base los siguientes valores:

- Ética
- Proactividad
- Efectividad
- Orientación Al Cliente

### **Garantía de Calidad**

- **Experiencia y compromiso:** es una empresa consolidada y transparente. Respeta al 100% los acuerdos con sus clientes en materia de costes y plazos, adaptándose a los diferentes requerimientos que pueden surgir.
- **Equipo humano y medios técnicos:** cuenta con colaboradores profesionales en diferentes ámbitos: ingenieros, técnicos, jefes de obra, operarios especializados, todos entrenados para cumplir con los objetivos de los diferentes proyectos abarcados.
- **Conocimiento del sector:** participa en grandes proyectos, tanto públicos como privados, colaborando con empresas de los principales sectores del Perú como: siderúrgicas, cementeras, minería, construcción, entre otros.

### **Servicios que ofrece la empresa**

MCEISA ofrece tres tipos de servicios, los cuales abarcan una serie de proyectos, maquinaria, equipos y mano de obra para el cumplimiento de sus objetivos, estos son:

- **Planeamiento y Diseño de Minas:** este servicio determina el yacimiento que será extraído para procesarlo dividiéndose, a su vez, en: minería superficial y subterránea. La minería superficial es a cielo a

abierto a comparación de la subterránea que requiere un cuerpo minero especializado.

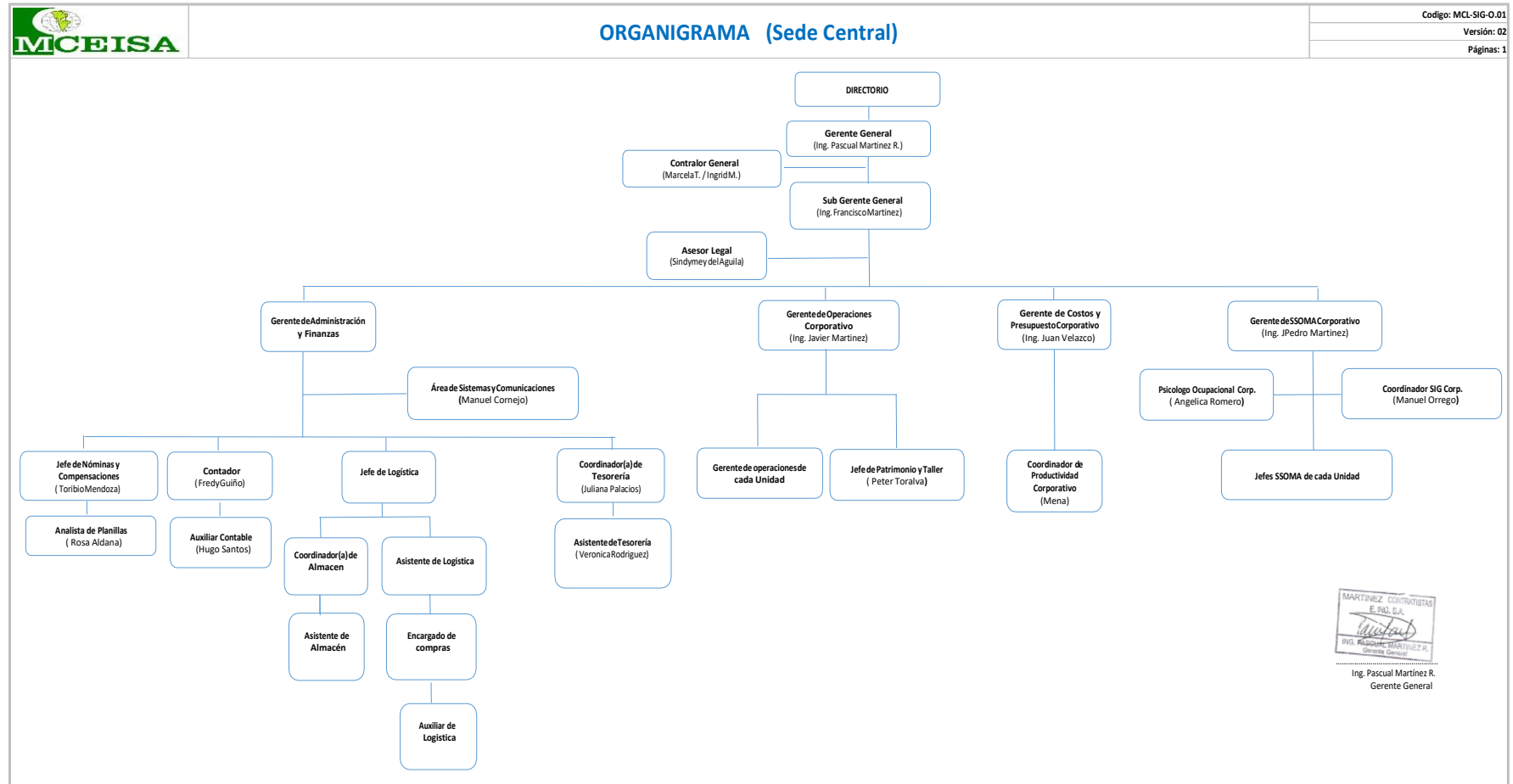
- **Operaciones Mineras:** este servicio involucra la gestión y el desarrollo de actividades involucradas en la ingeniería de procesos de explotación minera, dividiéndose a su vez, en: minería convencional, minería mecanizada, sostenimiento y desarrollo. Este servicio constituye una mayor demanda para la empresa por lo que se le considera uno de los principales y más importantes.
- **Obras Civiles:** este servicio diseña y labora obras en un entorno determinado por el cliente, haciendo del mismo una nueva construcción edificada y parametrizada, esta se divide, a su vez, en: tunelerías, excavaciones subterráneas, obras viales, edificaciones y obras sanitarias.

### **Estructura Organizacional**

El organigrama de la empresa MCEISA es la representación gráfica y dinámica de la estructura y jerarquía de la empresa, dividida en las diferentes estructuras departamentales.

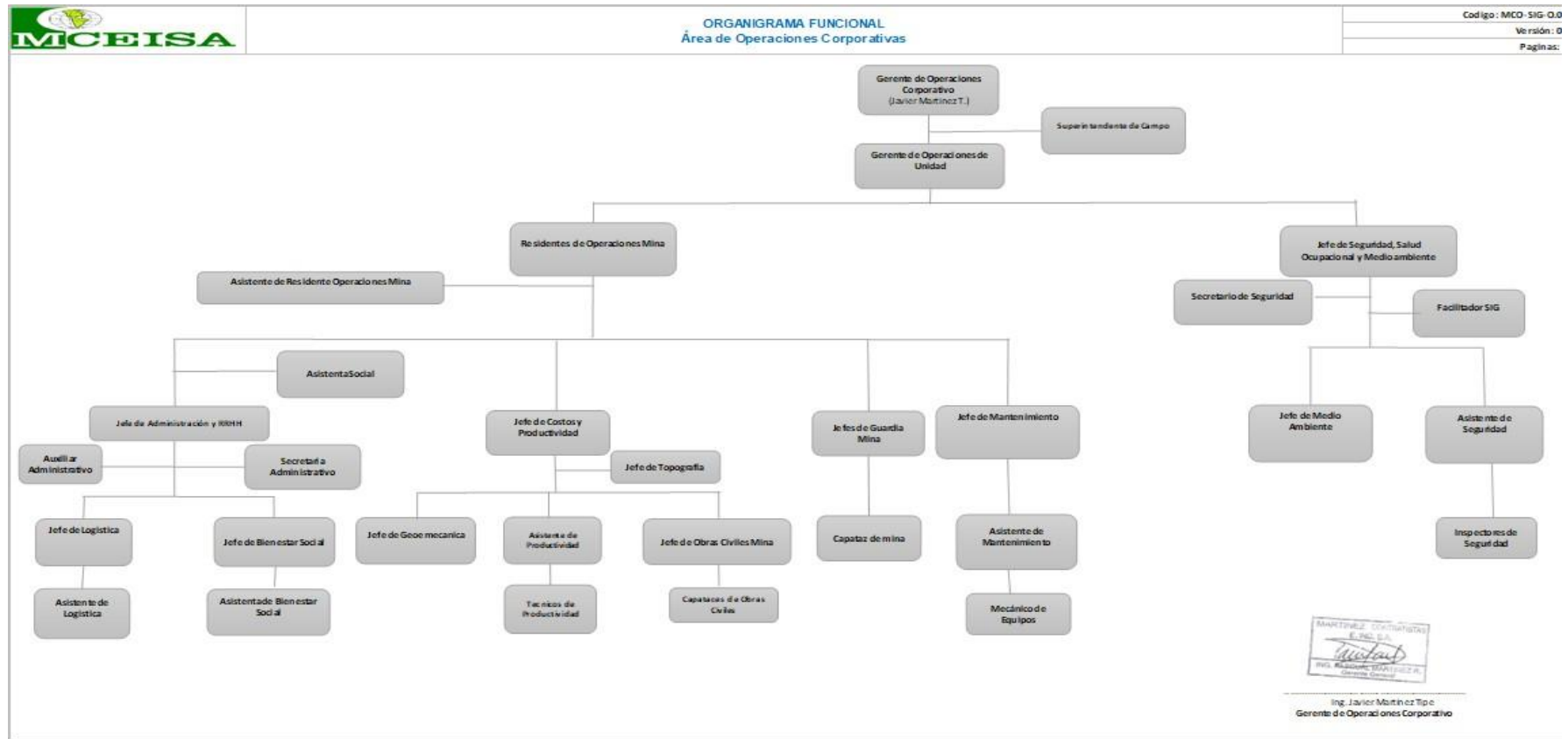
A continuación, se detalla, en la Figura N° 13, el organigrama general de la empresa MCEISA y el organigrama detallado del área de estudio, el área de operaciones corporativas, que abarca o concentra al área de extracción:

Figura N° 13



Organigrama General de la Empresa MCEISA

Figura N° 14



Organigrama del Área de Operaciones Corporativas de la Empresa MCEISA



## ***Descripción Detallada de la Empresa***

### **Disponibilidad de Mano de Obra**

La disponibilidad de mano de obra de la empresa consta de un total de 5600 trabajadores a nivel de Perú, y 720 asignados al área de extracción de minerales.

### **Disponibilidad de Tiempos**

La disponibilidad de tiempos de la empresa MCEISA considera el horario de trabajo de la misma, mostrando a detalle la cantidad horas de trabajo y descanso ejercido por los diferentes colaboradores de la empresa, y como se muestra está sujeto a las normas de trabajo vigentes.

De lunes a viernes la empresa ejerce el siguiente horario de trabajo:

**Tabla N° 04: Jornada Laboral de Lunes a Viernes**

HORARIO	ACTIVIDAD QUE REALIZA	TIEMPO (hh/mm/ss)
09:00 a.m - 01:00 p.m	Trabajo	04:00:00
01:00 p.m - 01:45 p.m	Refrigerio	00:45:00
01:45 p.m - 02:00 p.m	Descanso	00:15:00
02:00 p.m - 06:00 p.m	Trabajo	04:00:00
TIEMPO TOTAL DE TRABAJO		08:00:00
TIEMPO TOTAL DE DESCANSO		01:00:00

Fuente: Elaboración Propia

Los sábados la empresa ejerce el siguiente horario de trabajo:

**Tabla N° 05: Jornada Laboral de los Sábados**

HORARIO	ACTIVIDAD QUE REALIZA	TIEMPO (hh/mm/ss)
09:00 a.m - 01:00 p.m	Trabajo	04:00:00
TIEMPO TOTAL DE TRABAJO		04:00:00
TIEMPO TOTAL DE DESCANSO		00:00:00

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° 05 representa la jornada laboral de los días sábados y muestra a detalle las actividades que se realizan.

## **Disponibilidad de Maquinaria**

Como ya se ha explicado en el Ítem 2.7.1.1., la empresa cuenta con una serie de maquinarias para el desarrollo de diferentes actividades involucradas en los procesos que constituyen sus proyectos abarcados que son, principalmente, el uso de maquinaria pesada.

La maquinaria pesada de la empresa MCEISA constituye gran parte de los activos de la empresa, y se define como la maquinaria especializada para la construcción y minería, que son sectores donde la empresa brinda sus servicios, esto incluye vehículos automotores destinados para la minería, construcción y conservación de obras, entre otros.

Para el Área de Extracción se considera como una de las principales maquinarias las Jumbo, maquinarias especializadas para la perforación y voladura, convencional o mecanizada, capas de aplicar una presión desde 80 MPa a las rocas más duras.

La maquinaria Jumbo, también, es capaz de trabajar con minadores continuos o de topo excavando materiales con una resistencia desde 100 a 250 MPa; no obstante esta maquinaria ha ido evolucionando conforme a los años, desde 1950, con la primera aparición de los jacklegs, luego, en los 60s, con las jumbos neumáticas, en los 70s, con las jumbos hidráulicas, en los 80s ya se aprecia la aparición de las jumbos más avanzadas, igual que en los 90s con las jumbos robot, ofreciendo así al mercado una maquinaria más moderna y con un mayor alcance de perforación.

A continuación, se presenta la maquinaria que utiliza la empresa MCEISA, exclusivamente, para el área de extracción, y que en su mayoría considera los diferentes modelos de Jumbos en uso:

**Figura N° 15**

Fuente: Elaboración Propia



Jumbos BOOMER H282 – 2 brazos



Jumbos DD321 – 2 brazos



Jumbos DD311 – 1 brazo



Jumbos DD210 – 1 brazo

Maquinaria del Área de Extracción de la Empresa MCEISA

Tal como se muestra en la Figura N° 15 se considera como uno de los principales modelos de maquinaria a las Jumbo de un brazo y 2 brazos, ello implica la principal fuente o guía para la implementación del TPM en la presente tesis.

Entre otra maquinaria que posee la empresa MCEISA tenemos algunas que sirven específicamente, para el carguío, acarreo y sostenimiento, se describen las mismas para próximas consideraciones de la empresa:

**Figura N° 16**



Scoops ST1030 – 6.0 yd3  
Maquinaria Carguía



Scoops R1600 – 6.0 yd3  
Maquinaria Carguía



LH202 1.5 yd3  
Maquinaria Carguía



Micro Scoops 0.7 yd3  
Maquinaria Carguía

Otras maquinarias de la Empresa MCEISA

Fuente: Elaboración Propia

## Determinación y Análisis Inicial de la Empresa MCEISA

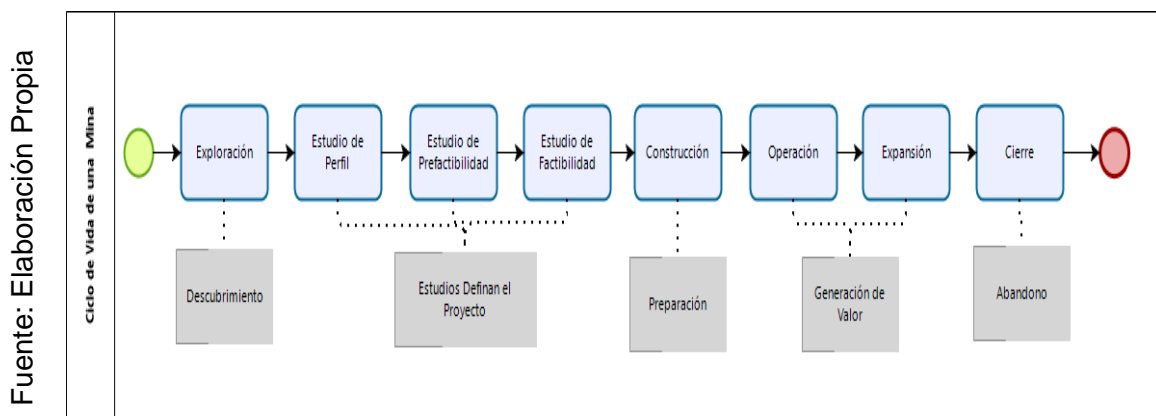
El análisis inicial de la empresa MCEISA comenzó con la determinación de las áreas, procesos y etapas que abarca la misma en su ciclo productivo. Como fuente de ayuda se usaron diversos diagramas de flujo que ayudaron a una mayor comprensión de la etapa inicial.

Los diagramas de flujos realizados sirvieron como una descripción de los procesos que ayudo a planificar, estudiar, y mejorar la vista de los procesos dejándolos más precisos y claros durante el desarrollo de la presente tesis.

Comenzando de manera general hasta el área de extracción de minerales, se presenta, a continuación, el ciclo de vida una mina que se considera necesario para un mayor entendimiento.

A continuación, se muestra el ciclo de vida de una mina desde un aspecto general para una mayor perspectiva y entendimiento:

**Figura N° 17**



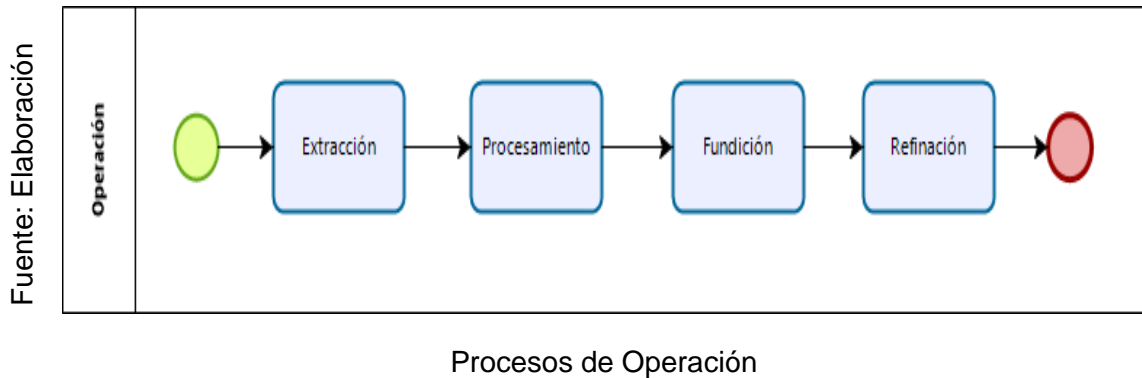
Ciclo de Vida de una Mina

La Figura N° 17 represente el ciclo de vida de una mina entre sus etapas más generales. Como un punto adicional, cabe mencionar que entre el descubrimiento y el inicio de la operación pueden pasar décadas dependiendo del tamaño del proyecto y la inversión. Además, entre los hitos más críticos se



pueden considerar el descubrimiento de un yacimiento, la definición de recursos mineros, la puesta en marcha, y la decisión de invertir. Así mismo, se describe las etapas principales que componen la operación del ciclo de vida de una mina, y que implica la extracción de minerales:

**Figura N° 18**



La Figura N° 18 es una representación gráfica de la operación de un ciclo de vida de una mina.

Para un mayor detalle se describe, a continuación, cada etapa mencionada:

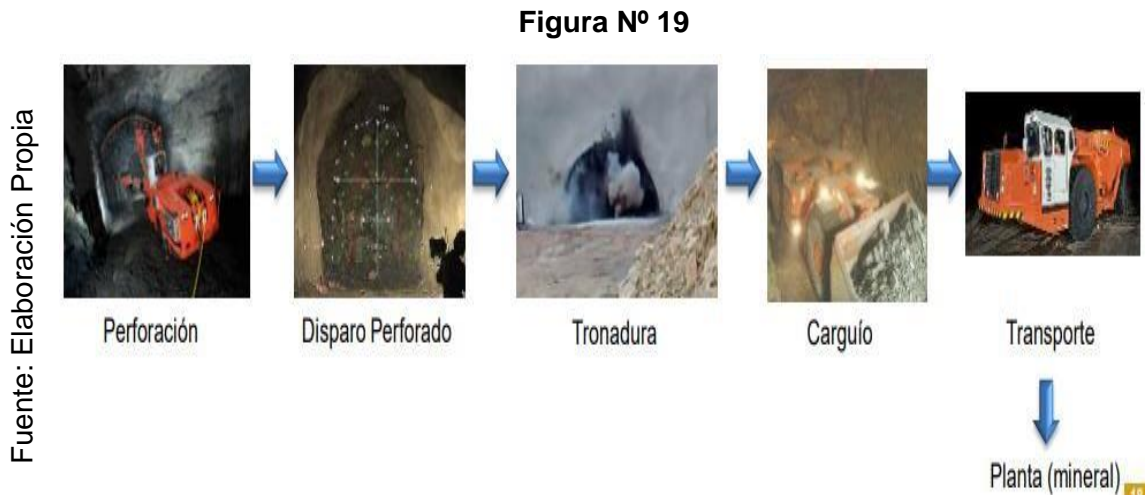
- **Extracción:** esta etapa implica la extracción del mineral desde la mina hasta la planta de procesos.
- **Procesamiento:** esta etapa implica la reducción de tamaño por métodos físicos para liberar las partículas metálicas desde la roca.
- **Fundición:** esta etapa implica la separación de los metales contenidos en los concentrados.
- **Refinación:** esta etapa implica purificación de los metales producto de la fundición, para su transformación industrial.

Ahora, quedando claro de donde se origina la extracción de minerales se detalla de manera específica el mismo.

### ***Análisis del Proceso de Extracción de Minerales***

El proceso de extracción de minerales tiene como objetivo principal extraer la roca desde la mina y continuar así el ciclo productivo de operación.

Este proceso se puede realizar mediante la extracción subterránea. La extracción de mina subterránea consiste en extraer la roca desde la mina para enviarla inmediatamente al procesamiento de mineral. Este tipo de extracción se puede llevar a cabo mediante distintos métodos de explotación, ello depende de las características de las rocas y la escala en la que va hacer explotada, tomando en cuenta además el aspecto económico. Este proceso involucra los siguientes subprocesos:



La Figura N° 19 representa los subprocesos de la extracción de mina subterránea la cual considera 5 subprocesos generales como la perforación, el disparo de perforado, la tronadura, el carguío y el transporte.

La presente tesis tomó como fuente principal para su estudio el sub proceso de perforación, dado que se considera uno de los subprocesos más importantes para el área de extracción y en sí para la empresa.

Finalmente, la perforación subterránea toma como principal maquinaria a las jumbos de un brazo y dos debido a que ayudan al astillamiento de las rocas.

### ***Diagnóstico Inicial de la Maquinaria***

El diagnóstico inicial de la maquinaria se inició con la toma de tiempos, principalmente, de la maquinaria Jumbo, maquinaria que central las principales

operaciones de la perforación. No obstante, se tomaron de igual forma se hizo una toma de tiempos superficial para otros equipos.

A continuación, se muestra la toma de tiempo de mantenimiento para la diferente maquinaria de la empresa MCEISA:

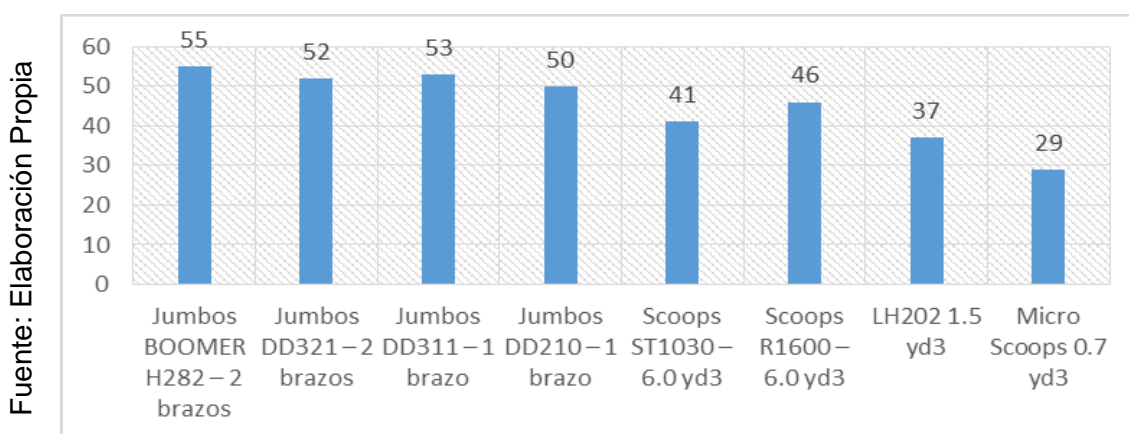
**Tabla N° 06: Registro Inicial de la Maquinaria**

MAQUINARIA	HORAS/MES	MANTENIMIENTO
Jumbos BOOMER H282 – 2 brazos	55	Correctivo y Preventivo
Jumbos DD321 – 2 brazos	52	Correctivo
Jumbos DD311 – 1 brazo	53	Correctivo
Jumbos DD210 – 1 brazo	50	Preventivo
Scoops ST1030 – 6.0 yd3	41	Preventivo
Scoops R1600 – 6.0 yd3	46	Preventivo
LH202 1.5 yd3	37	Correctivo
Micro Scoops 0.7 yd3	29	Correctivo

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° 05 muestra una toma de tiempos inicial de la maquinaria vs el tiempo de mantenimiento dedicado por mes, en este caso se tomó el mes de mayo como uno de los principales. El mantenimiento especificado es el realizo mayormente para la maquinaria correspondiente.

**Figura N° 20**



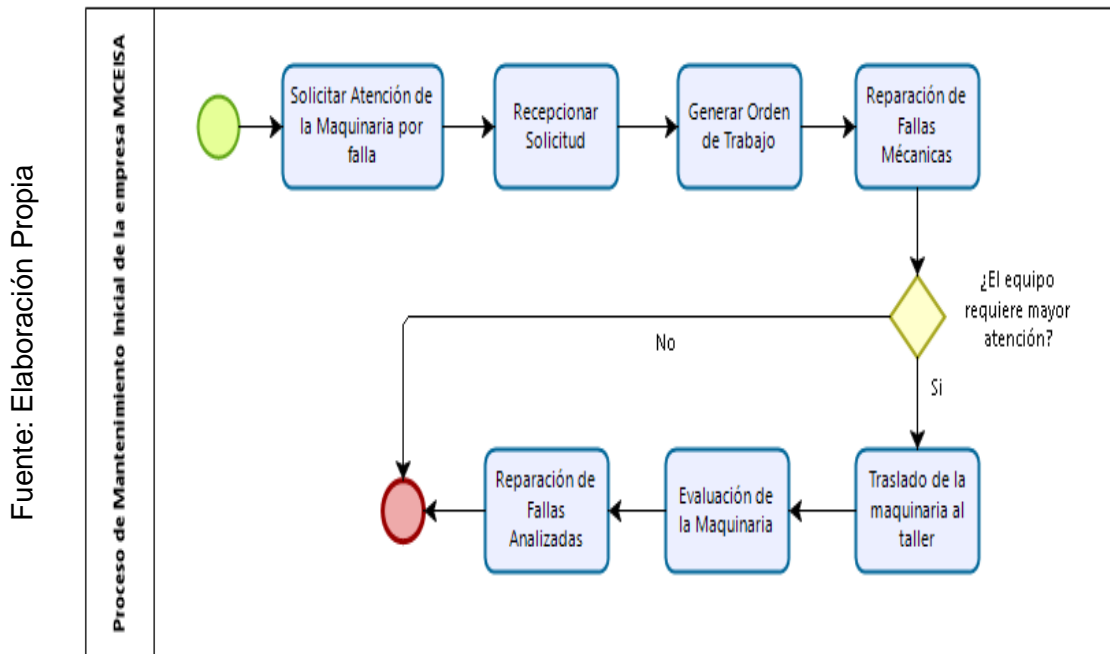
Registro Inicial de la Maquinaria

La Figura N° 20 muestra de manera gráfica los tiempos por hora de mantenimiento de cada maquinaria.



Así mismo se muestra, a continuación, un diagrama que muestra el proceso de mantenimiento inicial que se le brindaba a la maquinaria de la empresa MCEISA:

**Figura N° 21**



**Diagrama de Flujo del Mantenimiento Inicial**

La Figura N° 21 representa el flujo de actividades consecuentes a cualquier falla o avería que se producía inicialmente en la empresa, como se muestra este se venía realizando de manera general y sin algún tipo de coordinación o evaluación a fondo de la falla, de ahí su continuidad y el motivo por el cual se planteó el TPM para la empresa.

### **Propuesta de Mejora de la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A.**

La propuesta de mejora consta, básicamente, en plantear la correcta solución para los problemas presentados en la realidad problemática de la empresa. El diseño de la propuesta representa la mayor aspiración dentro de la presente tesis, fundamentada en las etapas precedentes y la participación de todos los miembros de la organización.

El propósito general de la propuesta fue, principalmente, incorporar a todos miembros de la organización como principales protagonista de la mejora de la productividad, estableciendo criterios de mantenimiento e incentivando a la mejora continua.

A continuación, se detalla del proceso de desarrollo de la propuesta de mejora presentada para la empresa MCEISA:

### **Priorización de Herramientas de Lean Manufacturing**

La priorización de Herramientas de Lean Manufacturing se dio con la ayuda de un comparativo de las herramientas de Lean Manufacturing y los problemas de la empresa MCEISA. Este comparativo supone un cambio y una perspectiva diferente para las personas que integran una organización.

A continuación, se muestra una tabla con la priorización de herramientas de la presente filosofía que validan la adopción de la herramienta de Lean Manufacturing, TPM:

**Tabla N° 07: Priorización de Herramientas Lean Manufacturing**

"M" DE ISHIKAWA	PROBLEMA	5S	SMED	TPM	JIT	TRAB. ESTAND.
Métodos	Procedimientos de mantenimiento inexistentes			1		1
Métodos	Control inexistente del Repuestos		1	1	1	1
Métodos	Ausencia de programas de mantenimiento		1	1	1	
Métodos	Inexistencia de manuales para el uso de la maquinaria y equipos	1		1		1
Medio Ambiente	Condiciones de trabajo no muy buenas	1	1	1	1	
Medio Ambiente	Sudiedad visible por todo el área	1	1	1	1	1
Medio Ambiente	Preocupación por el ambiente de trabajo	1		1		1
Medio Ambiente	Desorden visible por todo el área	1	1	1		1
Medición	Herramientas de mantenimiento inexistentes		1	1		
Medición	Plan de Mantenimiento inexistente			1	1	
Medición	Mantenimiento autónomo deficiente			1	1	
Medición	Detección tardía de las paradas y averías			1	1	1
Materiales	Repuestos Obsoletos		1	1		1
Materiales	Reparaciones Incompletas	1	1	1	1	1
Materiales	Materiales en mal estado	1	1	1		
Materiales	Material inservible o discontinuado	1	1	1	1	
Mano de Obra	Personal con poca experiencia	1		1		1
Mano de Obra	Sobrecarga laboral	1		1		
Mano de Obra	Fatiga del personal	1				
Mano de Obra	Persona desmotivado	1			1	1
Maquinaria	Paradas Constantes de la maquinaria y equipos		1	1	1	
Maquinaria	Uso desmedido de la maquinaria y equipos		1	1		
Maquinaria	Malos manejos de la maquinaria y equipos		1	1		1
Maquinaria	Averías Constantes de la maquinaria y equipos		1	1	1	1
TOTAL		12	14	22	12	13

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° 07 representa el comparativo de los problemas presentados en la empresa MCEISA, como columnas, y las herramientas de Lean Manufacturing como filas, la sumatoria final comparativa nos dio como mayor puntaje el TPM, por ende queda justada el uso de la aplicación de esta herramienta, y como próximas herramientas a tomar por la empresa el SMED y el Trabajo Estandarizado.

Como un agregado, se muestra un diagrama enfocado en la herramienta de Lean Manufacturing seleccionada, TPM, y que toma como puntos los criterios básicos para su implementación:

**Figura N° 22**

Fuente: Elaboración



**Enfoque del TPM**

La Tabla N° 22 muestra el énfasis necesario para la implementación del TPM, los factores de apoyo requeridos por la empresa, la inclusión que se debe tener en cuenta y la utilidad que brindará su aplicación.

### **Sensibilización sobre Lean Manufacturing**

Se consideró como uno de los primeros pasos para la implementación del TPM, considerar una charla general sobre las herramientas de la filosofía de Lean Manufacturing, dado que es preciso hablar de un nivel general o mayor hasta el punto que se implementó.

La charla sobre Lean Manufacturing ayudo a definir como el TPM ayudaría a la empresa MCEISA con la mejorar de su productividad, brindando la solución de sus principales problemas en el área de extracción de minerales, una de las principales área de uso de maquinaria diversa.

Dicha charla involucró, básicamente, en una serie de acciones de coordinación con el personal para su asistencia y para brindar la charla, buscando de igual manera llegar a los objetivos de la presente tesis.

La Figura N° 22 mostrada, a continuación, representa las pruebas necesarias de la charla sobre Lean Manufacturing brindada, esta charla se dio en las instalaciones de la empresa MCEISA, en una serie de turnos para involucrar a la mayoría del personal, para un mayor detalle ver el Anexo N° 18:

**Figura N° 23**

Fuente: Elaboración Propia



Fotografías sobre la Charla de Lean Manufacturing

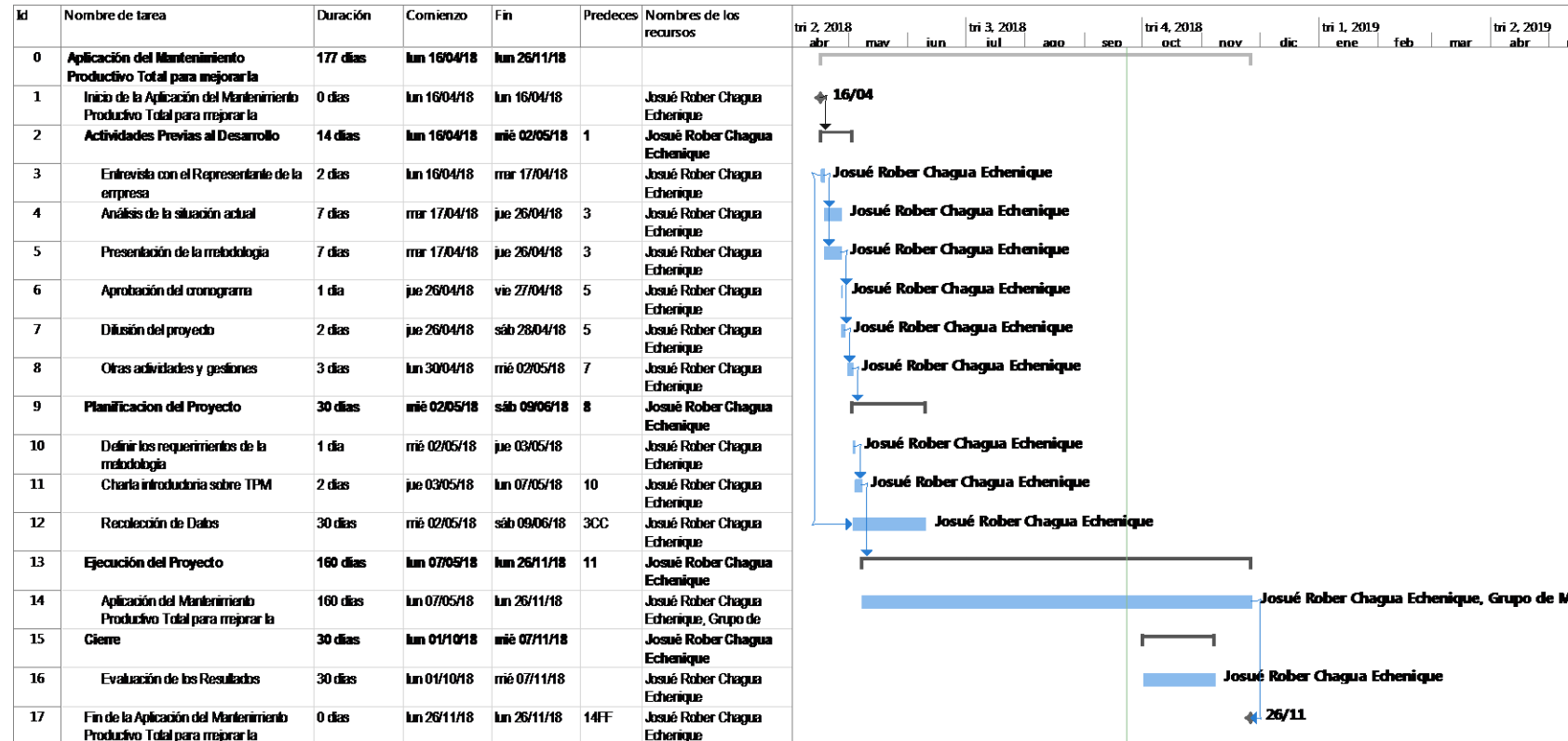
### **Cronograma de Trabajo**

Con la herramienta de Lean Manufacturing definida para su aplicación se pasó a la realización de un cronograma general que toma en consideración los pasos y actividades realizadas desde el inicio de la presente tesis hasta su culminación.

A continuación, se muestra el cronograma general actividades:

Figura N° 24

Fuente: Elaboración Propia



Cronograma General de Trabajo

## **Implementación de la Propuesta de Mejora de la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A.**

La propuesta de implementación para la empresa MCEISA tomó como referencia los 12 pasos establecidos para el TPM, según diferentes autores, estos pasos describen paso a paso las actividades realizadas para lograr el objetivo final, el aumento de la productividad en el área de extracción.

Como primer punto a definir, antes de mostrar el detalle del desarrollo de la presente tesis, se cree conveniente aclarar el pilar del TPM tomado en cuenta para la consecución de los pasos a aplicarse. Este pilar es el primero descrito en el Ítem 1.3.1.6., que menciona que “la implementación de un sistema de mejora del OEE mediante la eliminación de despilfarros”, este pilar es fundamental tal como lo describe Francisco Madariaga dado que, como bien sugiere, al hablar de Lean Manufacturing se habla de la eliminación de despilfarros de los recursos y el TPM persigue maximizar los resultados de los equipos y maquinas, objetivo que persigue la presente tesis para lograr aumentar así la productividad.

Una vez definidos los pasos y el pilar fundamental a ser tomado en cuenta se presenta, a continuación, los pasos que se siguieron en la presente tesis:

### ***Anuncio formal de la decisión de introducir el TPM***

El primer paso definido para la implementación del TPM en la empresa MCEISA inició con establecer la necesidad de aplicar el TPM para la empresa, esta idea estuvo bien definida y entendida por todos los colaboradores de la empresa por ello se creyó conveniente un anuncio oficial por medio de actas de presentación y conformidad, explicando a la alta dirección y colaboradores los puntos para su aplicación.

No obstante, se cree conveniente aclarar que la empresa MCEISA en este paso se comprometió seguir con el programa TPM hasta su finalización y mejora continua.



Para mayor detalle de este paso y sus incursiones ir a los Anexos N° 18 y 19.

### ***Educación sobre el TPM introductoria y campaña de publicidad***

El segundo paso para la implementación del TPM en la empresa MCEISA se basó en una segunda capacitación más profunda y específica a lo que es el TPM y como se pasaría a implementarse.

La educación sobre el TPM conste en una serie de capacitaciones en diferentes horarios para los altos funcionarios de la empresa y para los todos los colaboradores del área de extracción, área en estudio.

Esta capacitación fue brinda en las instalaciones de la empresa mostrando una serie de proyecciones con información e imágenes que se fueron tomados en cuenta, también, para el desarrollo de la presente tesis.

A continuación, se muestra una serie de fotografías que prueban la capacitación brinda y la charla en la que se incurrió y, así mismo, la acogida que se tuvo al mostrarse toda la empresa motivada para la misma:

**Figura N° 25**



Fuente: Elaboración Propia





Fotografías sobre la Charla de TPM

La Figura N° 25 muestra una serie de fotografías tomadas al momento de la inducción y demostrando la motivación y la participación de todo el equipo y colaboradores de la empresa. Así mismo, muestra la publicidad realizada mediante afiches, esquemas, e imágenes colgadas en periódicos murales los cuales permanecieron hasta el final de la implementación y que sirvieron como una campaña de publicidad visual para recordar a cada momento en que paso se estaba y todo el recorrido que se iba a seguir hasta lograr los objetivos planteados.

Además de las fotografías mostradas, se realizó una presentación y un acta de conformidad de la charla brindada con todo el contenido teórico tomando en cuenta para la presente tesis, que describe la filosofía de Lean Manufacturing, brevemente, el TPM manera detallada tomando en cuenta sus pilares y fases de desarrollo.

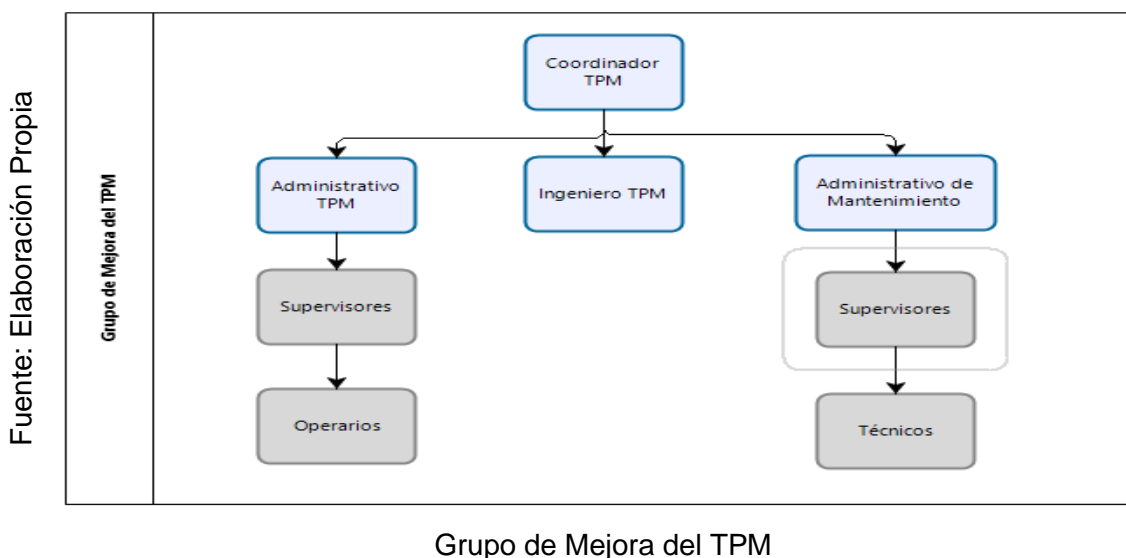
Para un mayor detalle ir a los Anexos N° 20 y 21.

### ***Crear una organización para promoción interna del TPM***

El tercer paso crear una organización para promoción interna del TPM en la empresa MCEISA consto en establecer un organigrama concretamente en el área de extracción con la participación de diferentes actores tomando en cuenta a la alta dirección y a los principales colaboradores. La organización creada se basó en un grupo de mejora responsable de desarrollar y promover estrategias eficaces para el entrenamiento del personal durante el proceso de implementación y dar, así mismo, seguimiento a todos los pasos dados.

Actualmente, este grupo de mejora consta de 4 personas un coordinador, dos administrativos y un ingeniero de TPM, como se muestra, a continuación:

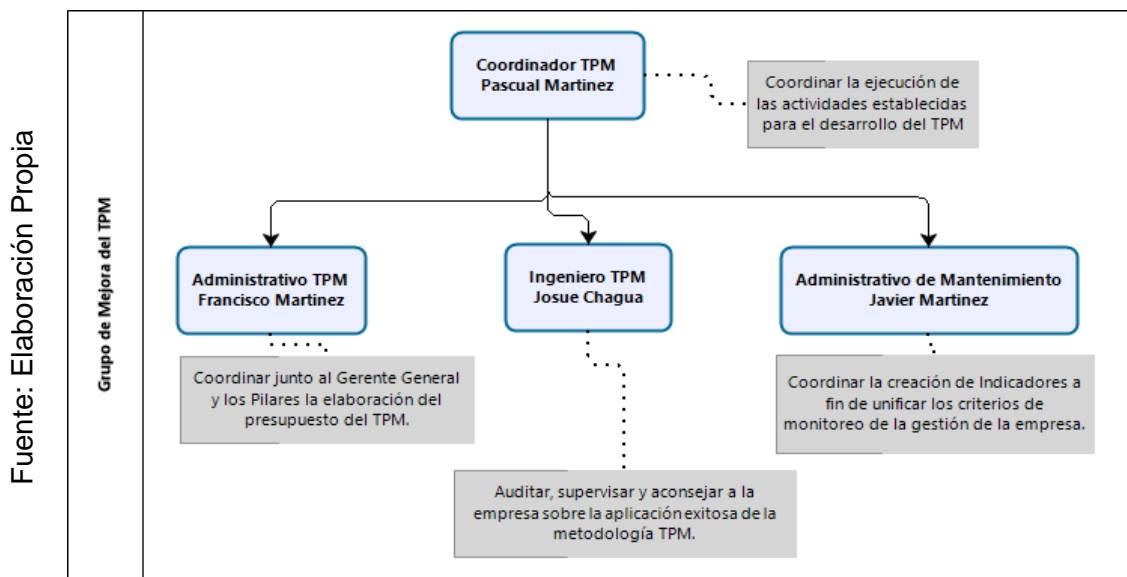
**Figura N° 26**



La Figura N° 26 muestra el organigrama general del grupo de mejora del TPM encabezado por el coordinador de TPM y 3 personas más, los supervisores, operarios, y técnicos se consideraron en este organigrama para demostrar su participación en el desarrollo y su ubicación como actores del TPM.

Así mismo, se detalla, a continuación, el organigrama funcional elaborado para un mejor entendimiento de las funciones de cada rol descrito y establecido:

**Figura N° 27**



La Figura N° 27 muestra el organigrama funcional de los principales actores del grupo de mejora del TPM.

### ***Establecer objetivos y políticas básicas TPM***

Las políticas básicas de la empresa MCEISA fueron creadas con ayuda de todos los colaboradores y supervisada por el grupo de mejora del TPM creado, estas políticas ayudaron a establecer criterios básicos de mantenimiento en la organización. El coordinador TPM fue el encargado de aprobar las políticas propuestas, con ayuda del ingeniero TPM y el administrativo de mantenimiento y TPM, dado que ellos permitieron evaluar si las políticas eran factibles y podían ser constantes en su realización.

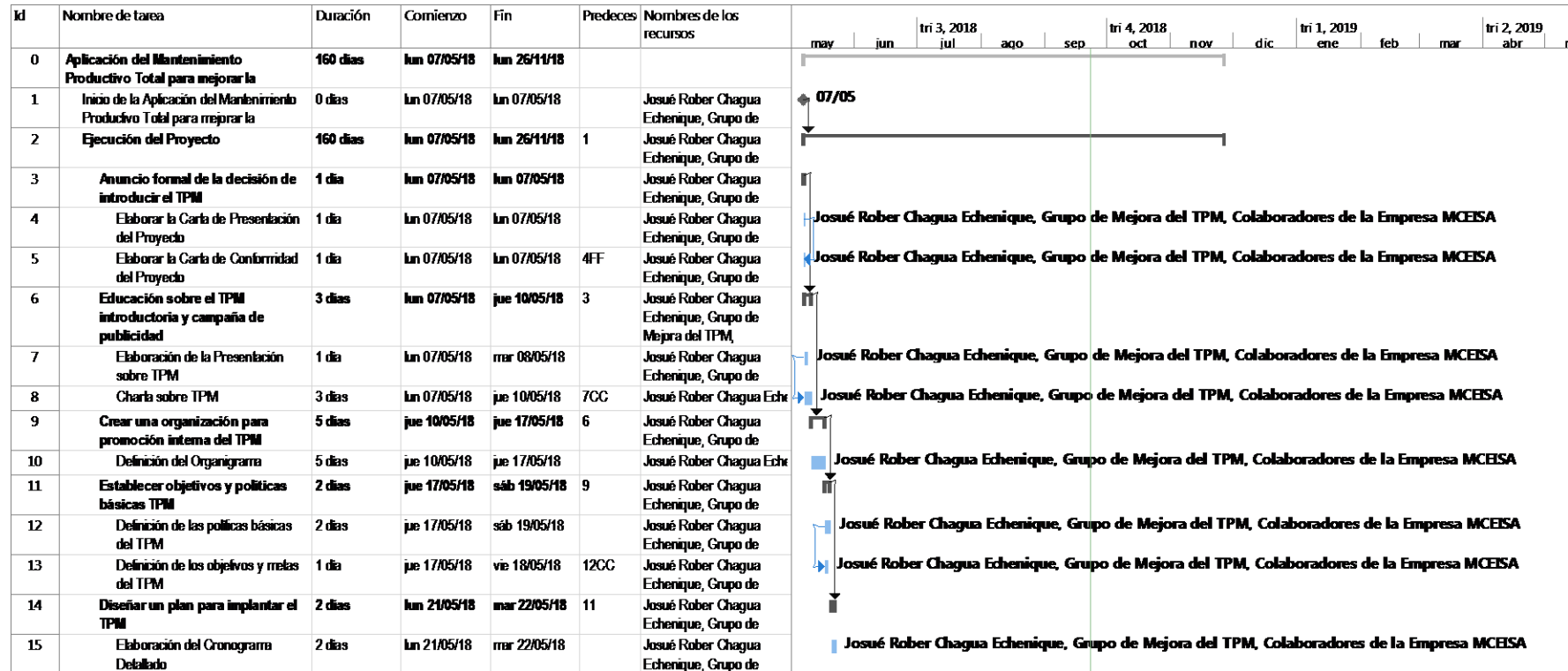
La política de empresa no sólo incluye normas, sino que forma parte de un elemento sin duda importante para la buena marcha del negocio de la empresa, para mayor detalle ir al Anexo N° 22.

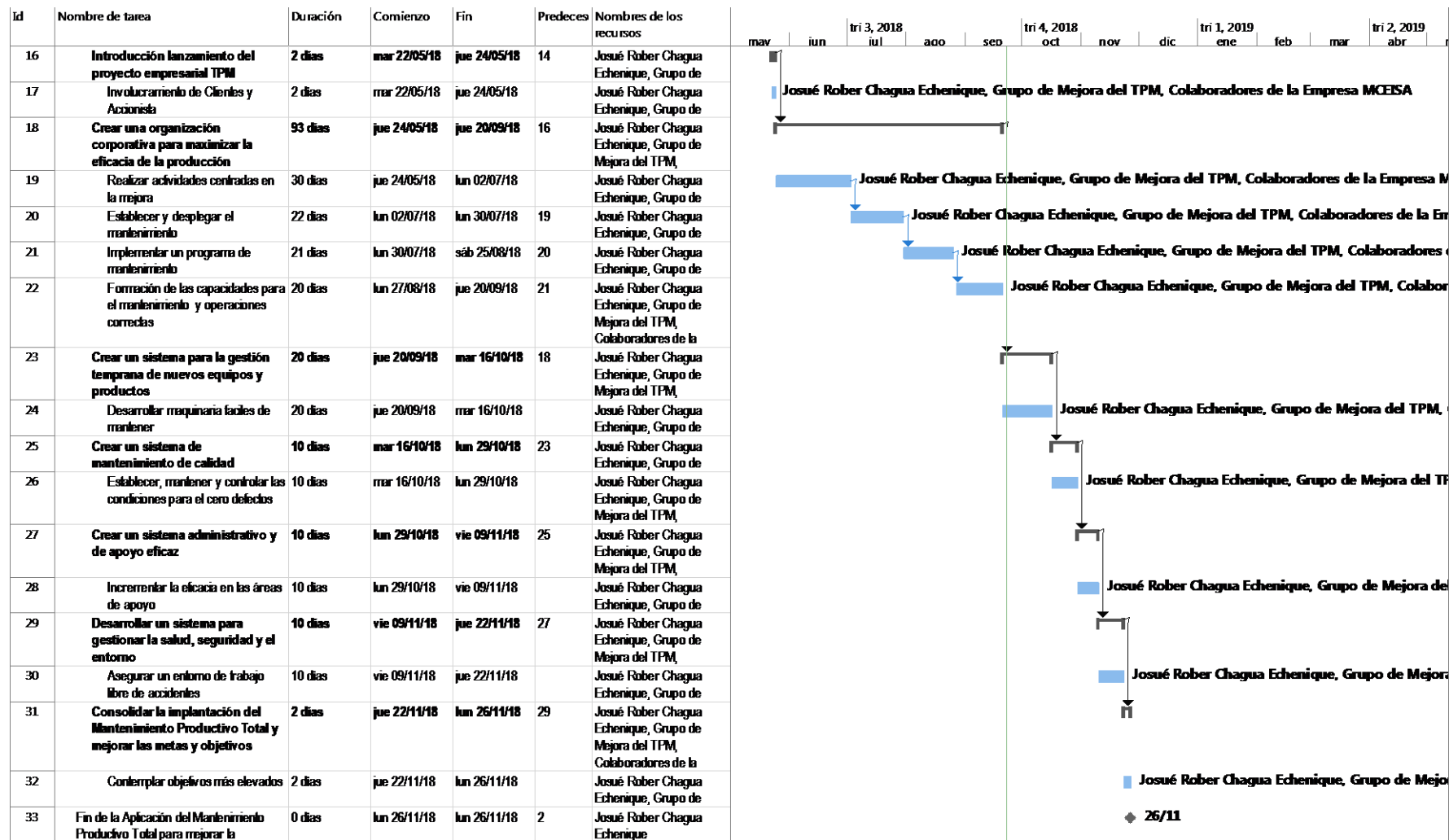
### ***Diseñar un plan para implantar el TPM***

El quinto paso el diseño de un plan de implementación del TPM se basó en la realización de un cronograma detallado de las actividades involucradas en los 12 pasos descritos mediante la guía de diferentes autores:

Figura N° 28

Fuente: Elaboración Propia





Cronograma Detallado de los 12 pasos del TPM

### ***Introducción lanzamiento del proyecto empresarial TPM***

La introducción del lanzamiento del proyecto empresarial del TPM en la empresa MCEISA constó en la invitación general a los principales clientes y accionistas principales a una reunión de coordinación e informativa para que hacer de su conocimiento el proyecto a aplicarse y que pasos o etapas se darían para cumplir con su objetivo y las metas de la empresa.

**Figura N° 29**



Fuente: Elaboración Propia

**Reunión Empresarial TPM**

La Figura N° 29 muestra una de las fotografías tomadas durante la capacitación sobre el TPM y las metas a lograr con ello como forma de incentivar a los clientes.

Esta reunión fue brindada por el coordinador de TPM, a nuestros principales clientes y accionistas, entre ellos tenemos:

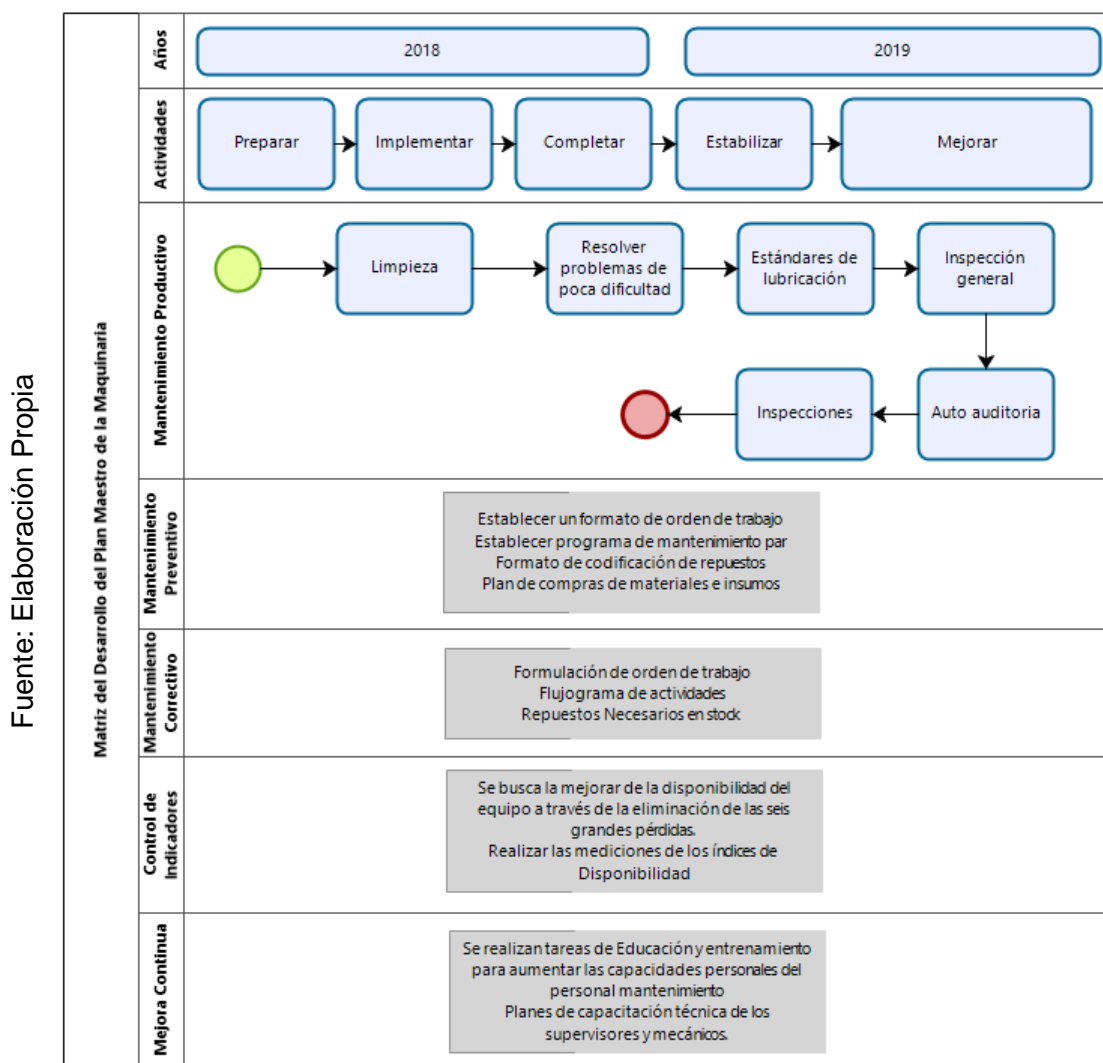
- Representante de la Minera Bateas
- Representante de la empresa Kolpa
- Representante de la empresa Buenaventura
- Representante de la empresa El Broncal
- Representante de la empresa Milpo
- Representante de la empresa Los Quenuales

## Crear una organización corporativa para maximizar la eficacia de la producción

El séptimo paso se considera uno de los más importantes dado que, implica una mayor cantidad de actividades realizadas con el objetivo de perseguir hasta el final la eficacia global de la producción de la maquinaria de la empresa MCEISA.

Para una mejor visualización de las actividades y puntos que conciernen a este paso se elaboró un esquema:

**Figura N° 30**



Matriz de desarrollo del Plan Maestro para la maquinaria

La Figura N° 30 muestra la matriz de desarrollo para el desarrollo de la presente tesis.

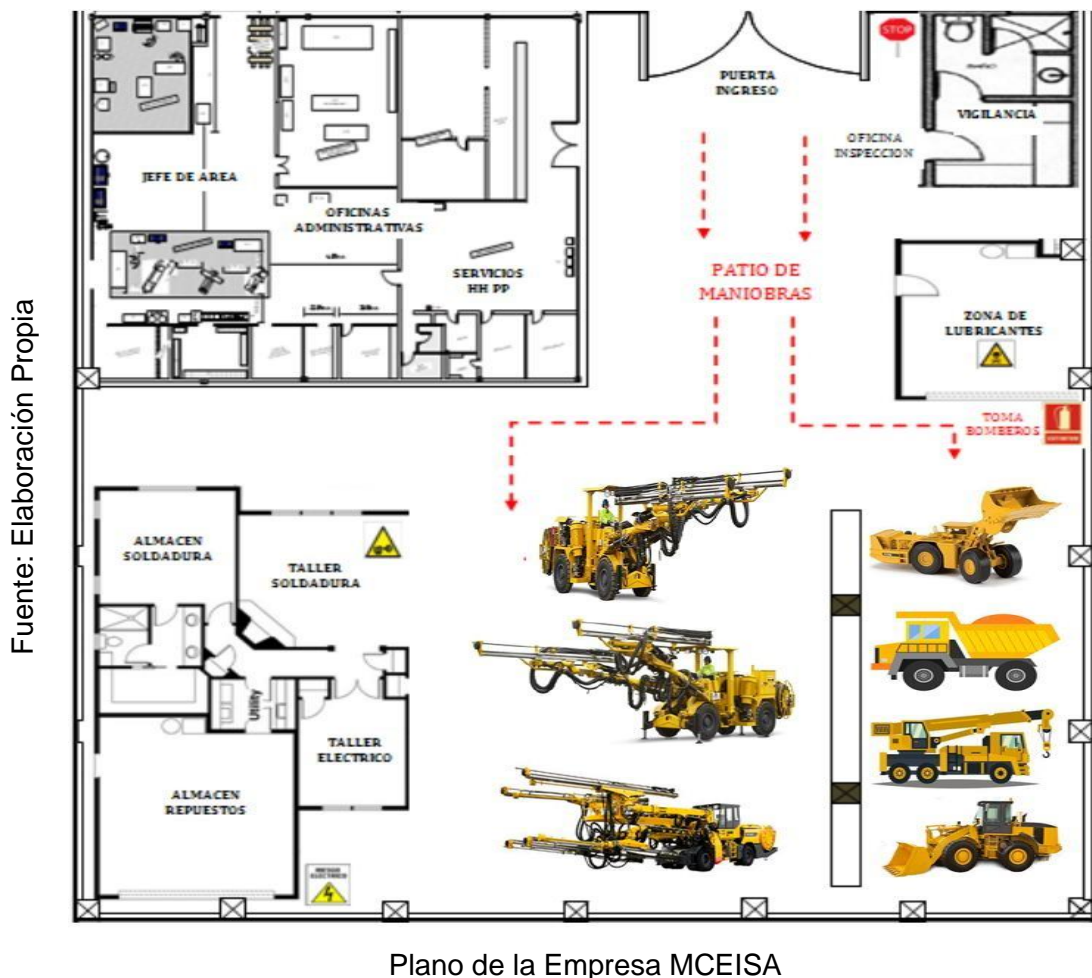


## Distribución del Área

Como uno de los inicios para crear una organización eficaz se consideró necesario evaluar la distribución de la planta por lo que se realizó un plano que considera los talleres y áreas que abarca para el mantenimiento y almacenamiento de la maquinaria.

A continuación, se muestra el plano elaborado para la empresa MCEISA y que detalla cada parte de la distribución de la maquinaria descrita en la presente tesis:

Figura N° 31



La Figura N° 31 muestra el plano de la empresa con respecto al mantenimiento de la maquinaria y las principales maquinarias a tomar en cuenta para la extracción de minerales como se observa se colocaron las señalizaciones correspondientes y se especificaron la ubicación de cada maquinaria.



## Inventario de Maquinaria

El inventario de la maquinaria consto en la elaboración de un formato de inventario para la empresa MCEISA el cual considera la planta, la fecha, y los encargados de elaborarla y verificarla tomando en cuenta cada detalle posible de hallar de la maquinaria.

A continuación se muestra el detalle considerado para el inventario de la maquinaria utilizando el formato construido:

**Tabla N° 08: Inventario de la Empresa MCEISA**

 <b>INVENTARIO DE MAQUINARIA EN EL ÁREA DE EXTRACCIÓN</b>				
<b>Planta:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Realizado por:</b>		<b>Verificado por:</b>
Orcopampa	24/05/2018	Chagua Echenique, Josué Rober		Pascual Martinez Rosales
<b>Nombre de la Maquinaria</b>	<b>Código</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Modelo / Serie</b>	<b>Observaciones</b>
Jumbos BOOMER H282 – 2 brazos	JBH - 282 - 2	SANDVIK	Boomer 282	125 kW / 1 750 kg
Jumbos DD321 – 2 brazos	JDD - 321 - 2	SANDVIK	Sandvik DD321	20 kW / 22 000 kg
Jumbos DD311 – 1 brazo	JDD - 311 - 1	SANDVIK	Sandvik DD311	20 kW / 15 000 kg
Jumbos DD210 – 1 brazo	JDD - 210 - 1	SANDVIK	Sandvik DD210	20 kW / 9 100 kg
Scoops ST1030 – 6.0 yd3	SST - 1030 - 6 - 3	CATERPILLAR	Scooptram ST1030	186 kW / 27 200 kg
Scoops R1600 – 6.0 yd3	SR - 1600 - 6 - 3	CATERPILLAR	Cargador R1600G	165/180 kW / 10.200 kg
LH202 1.5 yd3	LH - 202 - 1.5 - 3	SANDVIK	Sandvik LH202	50 kW / 11 800 kg

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° 07 representa el inventario del área de extracción con el detalle del código de estandarización propuesto, el fabricante para ser tomado en cuenta conforme a la calidad y próximas compras, el modelo por fabricante, y algunas observaciones de la potencia y peso para su transporte y conexión.

Para un mayor detalle del formato realizado ir al Anexo N° 23.

## Fichas Técnicas de la Maquinaria

Las fichas técnicas elaboradas implicaron el desarrollo detallado de cada maquinaria en uso con ayuda de un formato se realizó la descripción de cada maquinaria en proceso o área pertenece y sobre todo el encargado por cada una, puntos que fueron relevantes para un mantenimiento adecuado.

A continuación, se presentan las fichas técnicas elaboradas:

**Tabla N° 09: Ficha Técnica de la Maquinaria JBH - 282 -2**

		FICHA TÉCNICA DE LA MAQUINARIA	
		Datos Generales de la Maquinaria	
		Maquinaria:	Jumbos BOOMER H282 – 2 brazos
		Código:	JBH - 282 -2
		Fabricante:	SANDVIK
		Modelo:	Boomer 282
Características de la Maquinaria			
Shank adapter		R 32/R38/T38	
Height over drill centre		88 mm	
Length without shank		1 008 mm	
Impact power		16 kW	
Impact rate		60 Hz	
Hydraulic pressure		200 bar	
Rotation system		Separate rotation	
Rotation speed		0–340 rpm	
Rotation torque, max		640 Nm	
Lub. air consump. at 2 bar		6 l/s	
Water consumption		1.1 l/s	
Weight		170 kg	
Entrada		Proceso	Salida
Zona de Extracción		Extracción de Minerales	Producción de Avance por km/h
Datos de Obra			
Obra Asignada:		Obra de Orcopampa	
Operador:		Marco Gutierrez	
Supervisor:		Javier Esquivel	

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° 09 muestra la ficha técnica de la maquinaria Jumbo Boomer H282 de 2 brazos usada para la extracción de minerales.

**Tabla N° 10: Ficha Técnica de la Maquinaria JDD - 321 - 2**

	<b>FICHA TÉCNICA DE LA MAQUINARIA</b>	
	<b>Datos Generales de la Maquinaria</b>	
	<b>Maquinaria:</b>	Jumbos DD321 – 2 brazos
	<b>Código:</b>	JDD - 321 - 2
	<b>Fabricante:</b>	SANDVIK
	<b>Modelo:</b>	Sandvik DD321
<b>Características de la Maquinaria</b>		
Coverage area Hydraulic rock drills Drilling feeds Booms Control system Hole length Drift size class (H x W) Turning width (T-section) Transport width Transport height Transport length Total weight	49 m <sup>2</sup> 2 x RD520, 20 kW 2 x TF512, 12 - 16 ft 2 x SB40 2 x THC561 Up to 4 660 mm 4 000 mm x 4 000 mm 3 500 mm 2 150 mm 2 350 mm / 3 200 mm 12 350 mm 22 000 kg depending on options	
<b>Entrada</b>	<b>Proceso</b>	<b>Salida</b>
Zona de Extracción	Extracción de Minerales	Producción de Avance por km/h
<b>Datos de Obra</b>		
<b>Obra Asignada:</b>	Obra de Orcopampa	
<b>Operador:</b>	Renzo Valdez	
<b>Supervisor:</b>	Javier Esquivel	

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° 10 muestra la ficha técnica de la maquinaria Jumbo DD321 de 2 brazos usada para la extracción de minerales.

Tabla N° 11: Ficha Técnica de la Maquinaria JDD - 311 - 1

	FICHA TÉCNICA DE LA MAQUINARIA	
	Datos Generales de la Maquinaria	
	Maquinaria:	Jumbos DD311 – 1 brazo
	Código:	JDD - 311 - 1
	Fabricante:	SANDVIK
	Modelo:	Sandvik DD311
Características de la Maquinaria		
Coverage area	40 m <sup>2</sup>	
Hydraulic rock drills	1 x HLX5, 20 kW	
Drilling feeds	1 x TF512, 12 - 16 t	
Booms	1 x SB40	
Control system	2 x THC561	
Hole length	Up to 4 660 mm	
Drift size class (H x W)	3 000 x 3 000 mm	
Turning width (T-section)	4 040 mm	
Transport width	1 980 mm	
Transport height	2 140 mm / 3 100 mm	
Transport length	12 420 mm	
Total weight	15 000 - 18 000 kg depending on options	
Entrada	Proceso	Salida
Zona de Extracción	Extracción de Minerales	Producción de Avance por km/h
Datos de Obra		
Obra Asignada:	Obra de Orcopampa	
Operador:	Kevin Marcos	
Supervisor:	Javier Esquivel	

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° 11 muestra la ficha técnica de la maquinaria Jumbo DD311 de un brazo usada para la extracción de minerales.

**Tabla N° 12: Ficha Técnica de la Maquinaria JDD - 210 - 1**

		FICHA TÉCNICA DE LA MAQUINARIA	
	Datos Generales de la Maquinaria		
	Maquinaria:	Jumbos DD210 – 1 brazo	
	Código:	JDD - 210 - 1	
	Fabricante:	SANDVIK	
	Modelo:	Sandvik DD210	
Características de la Maquinaria			
Coverage area	24 m²		
Hydraulic rock drills	HLX5, 20 kW		
Drilling feeds	TF500-12'		
Booms	B14F		
Hole length	Up to 3 480 mm		
Drift size class (H x W)	2 500 mm x 2 500 mm		
Turning width (T-section)	2 600 mm		
Transport width	1 400 mm		
Transport height	1 900 mm / 2 750 mm		
Transport length	9 605 mm		
Total weight	9 100 kg depending on options		
Entrada	Proceso	Salida	
Zona de Extracción	Extracción de Minerales	Producción de Avance por km/h	
Datos de Obra			
Obra Asignada:	Obra de Orcopampa		
Operador:	Pedro Gallegos		
Supervisor:	Javier Esquivel		

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° 12 muestra la ficha técnica de la maquinaria Jumbo DD210 de un brazo usada para la extracción de minerales.


Para un mayor detalle del formato trabajado ir al Anexo N° 24.

## Manuales de la Maquinaria Involucrada

Como puntos adicionales al mantenimiento y dado que, la empresa MCEISA no contaba con manuales establecidos para la diferente maquinaria que se utilizaba y que por ende, no se podía brindar un soporte al área encargada del mantenimiento se elaboraron diferentes manuales referentes a las principales maquinaria y que ayudaron a una mejor visualización al momento del mantenimiento tanto para el operario como para el encargado del taller y ajustes.

A continuación, se detalla la lista de manuales realizados para la empresa MCEISA que centra la maquinaria principal para el área de extracción de minerales:

**Tabla N° 13: Listado de Manuales para la Maquinaria**

 INVENTARIO DE MANUALES EN EL ÁREA DE EXTRACCIÓN				
Versión:	Fecha:	Realizado por:		Verificado por:
v0.3	30/05/2018	Chagua Echenique, Josué Rober		Pascual Martinez Rosales
Nombre de la Maquinaria	Código	Fabricante	Contenido del Manual	Observaciones
Jumbos BOOMER H282 – 2 brazos	JBH - 282 - 2	SANDVIK	Información general, calibres especificaciones, mantenimiento	Manual al detalle en gráficos y partes
Jumbos DD321 – 2 brazos	JDD - 321 - 2	SANDVIK	Manual de partes, regulaciones y conversiones internacionales	Manual al detalle en gráficos y partes
Jumbos DD311 – 1 brazo	JDD - 311 - 1	SANDVIK	Especificaciones generales y planos	Manual al detalle en gráficos y partes
Jumbos DD210 – 1 brazo	JDD - 210 - 1	SANDVIK	Manual de mantenimiento y codificación de repuestos	Manual al detalle en gráficos y partes

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° 13 muestra el listado de los manuales elaborados para la maquinaria principal involucrada en el área de extracción de minerales que consta básicamente en los modelos de Jumbos con los que cuenta la empresa.

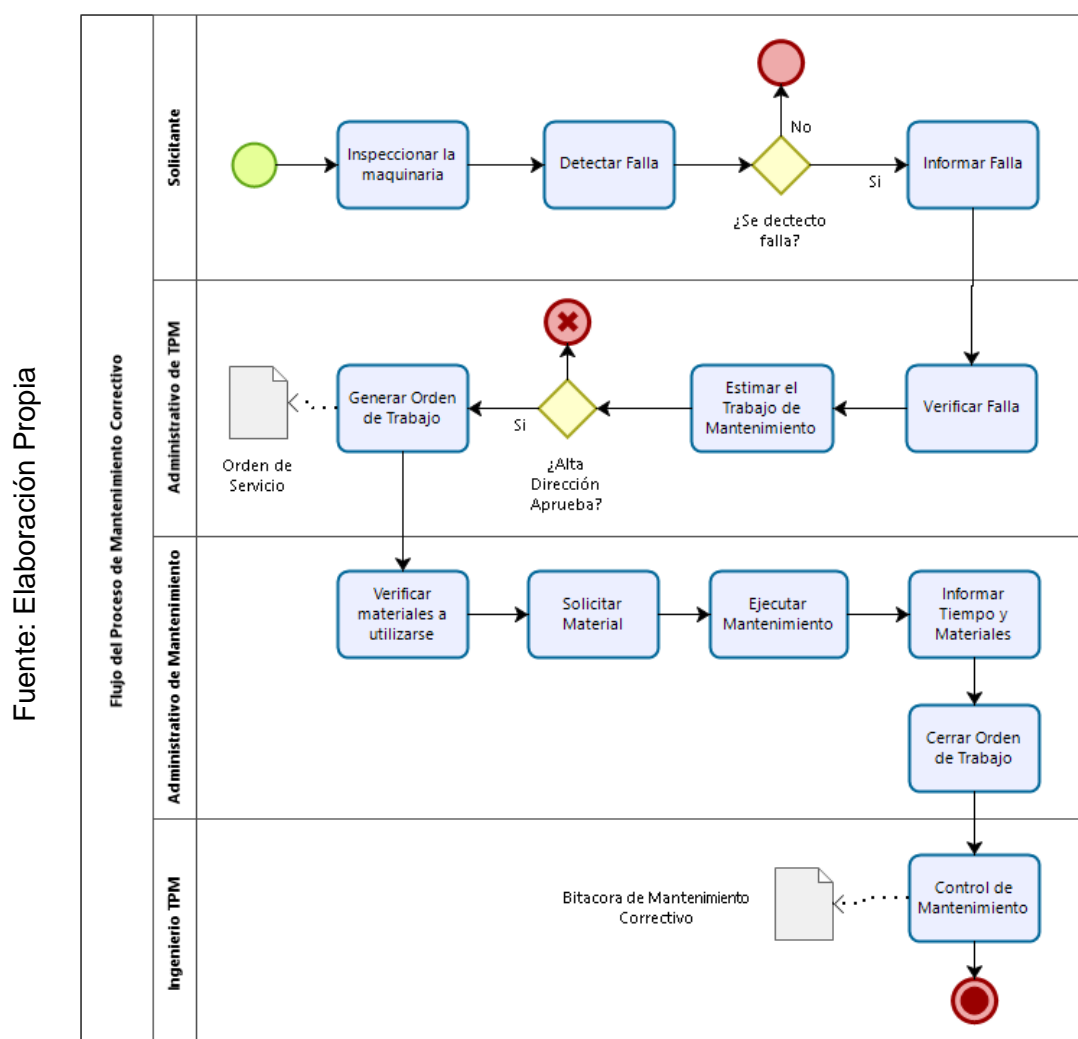
Para un mayor detalle de los Manuales elaborados ir a los Anexos N° 25, 26, 27, 28, respectivamente.

## Proceso de Mantenimiento Correctivo

Como una forma de estandarización del TPM se realizó un esquema que detalla, de manera específica, cada actividad a desarrollarse cuando ocurre alguna falla o avería no prevista por la empresa MCEISA durante el desarrollo de alguna obra.

A continuación, se muestra el proceso estandarizado para el mantenimiento correctivo:

**Figura N° 32**



**Flujo del Proceso de Mantenimiento Correctivo**

La Figura N° 32 muestra el Flujo del Proceso de Mantenimiento Correctivo que tiene como principal ventaja alargar la vida útil de los equipos y maquinarias mediante la reparación oportuna de sus piezas y la corrección de sus fallas.

### **Manual de Mantenimiento Correctivo**

Una vez concluido el proceso de estandarización del proceso de mantenimiento correctivo y, como forma facilitar su entendimiento y disciplina, se realizó un manual para el mismo el cual consta de los siguientes puntos:

- Objetivo
- Alcance
- Referencias
- Definiciones
- Lineamientos
- Lineamiento Único para el Control de los Documentos
- Instructivo de Llenado – Orden de Servicio de Mantenimiento Correctivo
- Instructivo de Llenado Bitácora de Mantenimiento Correctivo
- Enfoque Cliente - Proveedor
- Control Interno Institucional

Este manual contiene el contexto principal del objetivo y alcance que se quiere conseguir al implementar un mantenimiento correctivo tomando en cuenta ciertos lineamientos y definiciones como fuente de ayuda.

Los instructivos elaborados son de los documentos señalados en el flujo de proceso y que contiene, además, la forma en la cual debería ser llenado por el solicitante al momento de la avería o falla, ya sea menor o mayor.

Para un mayor detalle ir al Anexo N° 29.




## Materiales y Repuestos para el Mantenimiento Correctivo

Ya estandarizado el proceso de mantenimiento correctivo y un manual para el correcto flujo de las actividades estandarizadas en el proceso, se consideró necesario realizar un formato de los materiales y repuestos principales al momento de realizar un mantenimiento correctivo dado que, lo que se quiere es aprovechar el tiempo cuando sucede alguna falla o avería y así acelerar este proceso y continuar con la consecución de las obras a cargo de la empresa.

A continuación, se presenta el formato de repuestos para el mantenimiento correctivo:

**Tabla N° 14: Listado de repuestos para el Mantenimiento Correctivo**

		LISTA DE RESPUESTOS PARA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO		
ITEM	DESCRIPCIÓN	MAQUINARIA		
		JUMBO S	SCOOPS	MICRO SCOOPS
<b>I.</b>	<b>Sistema Motor Diesel</b>			
1.1	Turbocompresor	396-6276	4P-8576	0R-5428
1.2	Bomba aceite	20R-2308	10R-2314	7C-7692
1.3	Empaquetadura Culata	K400-646	L402-214	200-9251
1.4	Anillos compresión	141-5401	P05-9490	D88-9110
1.5	Bobina arrancador	H103-884	F77-5641	0G-4545
1.6	Kit de bomba inyección	55T-5670	244-4682	C206-7007
<b>II.</b>	<b>Sistema Hidraulico</b>			
2.1	Kit sellos Cilindro Elevación	T10-37	TH56-07	P501-41
2.2	Kit de sellos Cilindro Giro	9XT-772	10W-5063	Q61-57
2.3	Kit de sellos de Bomba H	125-6504	PH54-001	5TR-801
2.4	Kit sellos Bloque Válvula	10RT-560	F20-9054	406-6001
2.5	Kit de sellos Motor Giro	120-631	H20-04M	10-127
2.6	Enfriador Aceite Hidra	7P5-05	155-0696	736-5055
<b>III.</b>	<b>Sistema de Transmisión</b>			
3.1	Rodamiento eje motriz	P60-01	221K-004	102-80
3.2	Rodamiento Tren fuerza	853-202	16-5540	147-7985
3.3	Kit de sellos Transmisión	TR0-891	TR2-7	T45-L20
3.4	Juego Disco Embrague	N45-67	K152-560	13W-071
3.5	Juego de Cojinetes B	K90-5007	P24-88	F7-006
3.6	Juego de Crucetas TRX	60-578	7T-201	VG2-57
<b>IV.</b>	<b>Sistema de Frenos</b>			
4.1	Juego de Discos Freno	M45-30	F670-201	G7-4402
4.2	Diaphragma de Bomba F	M1-554	88-214	BR40-07
4.3	Kit de Bomba de Freno	13W-071	P70-20	8N-410
4.4	Kit de sellos Válvula	F77-5641	1K-051	574-5402

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° 14 representa el listado de repuestos para las principales maquinarias en el área de extracción, para ver un mayor detalle del formato ir al Anexo N° 30.

## Mantenimiento Correctivo de la Maquinaria

Como un punto considerado de las 5'S en el TPM se consideró necesario un proceso de limpieza y lubricación para la maquinaria actual en el área de extracción de la empresa MCEISA y como prueba de ello se muestran, a continuación, una serie de fotografías.

La Figura N° 33 muestra una serie de fotografías del mantenimiento correctivo realizado en la empresa que tomo en cuenta los manuales realizados y el proceso de mantenimiento correctivo estandarizado para el correcto flujo de actividades.

**Figura N° 33**



Fuente: Elaboración Propia





Fotografías del Mantenimiento Correctivo

### ***Crear un sistema para la gestión temprana de nuevos equipos y productos***

Crear un sistema para la gestión temprana de nuevos equipos y productos implica definir tareas siguiendo un patrón y tomando en cuenta que la probabilidad de falla de una máquina que falla aumenta con el tiempo de uso, además de que su vida útil se reduce.

Por otro lado, cuando hablamos de un sistema de gestión temprana, también hablamos de un mantenimiento preventivo bien definido en la empresa MCEISA.

El mantenimiento preventivo propuesto se realizó con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas y mantener un nivel óptimo en la maquinaria, por lo que se consideró controlar las actividades que esta involucra en un tiempo determinado y basado, principalmente, en la confiabilidad de los equipos.

Este tipo de mantenimiento se realizó tomando en cuenta una adecuada planeación, previsión, control y registro por adelantado que se caracteriza, principalmente, por los siguientes puntos:

- Un trabajo controlado ajustado al plan original.
- Recopilación y análisis de datos para que sirvan como guía.
- Reducir al máximo el desgaste o deterioro de la maquinaria.
- Alta confiabilidad operativa y elevado grado de seguridad industrial.

Como una de las principales ventajas de este tipo de mantenimiento se puede deducir lo siguiente, en base al desarrollo de la presente tesis:

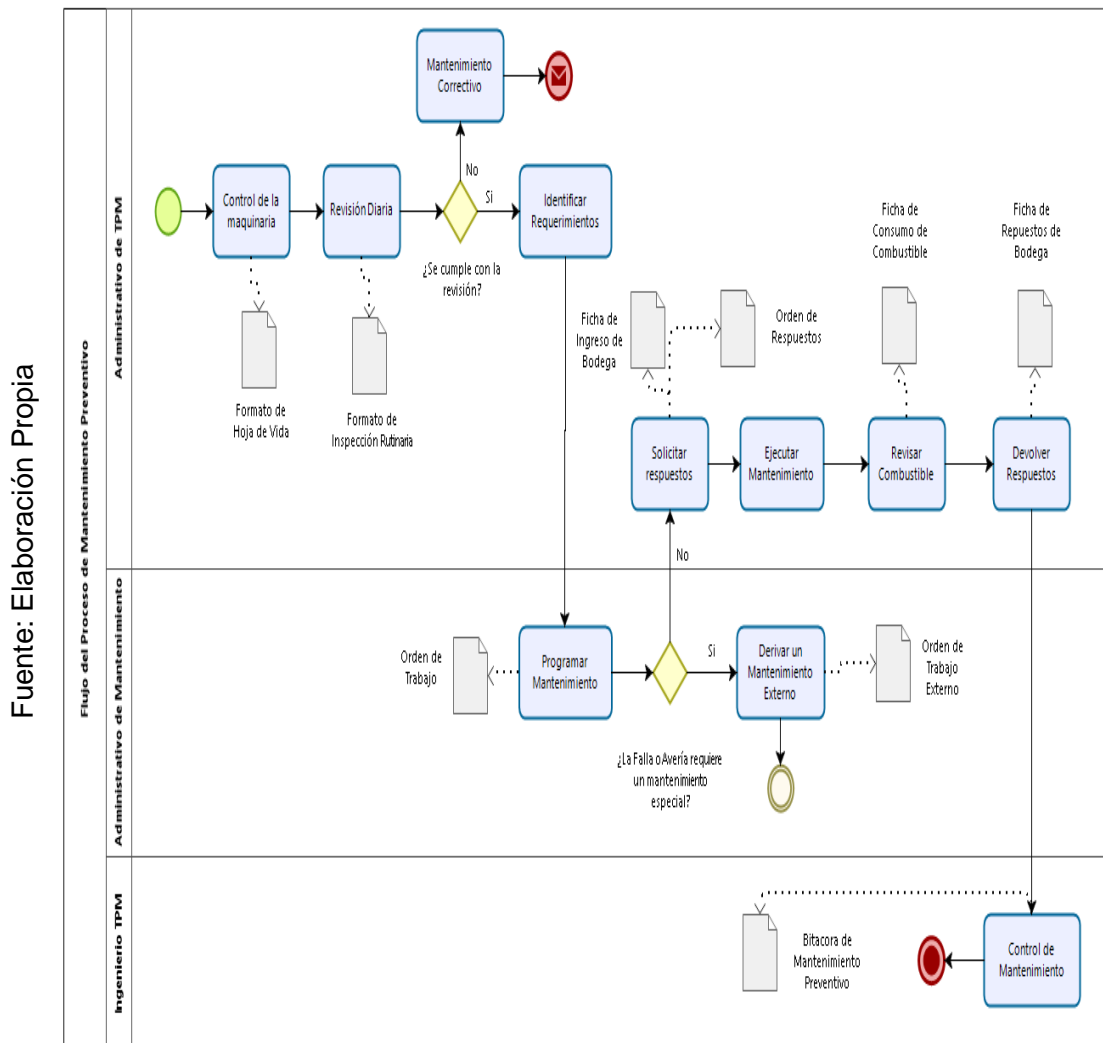
- Reducción del número de averías
- Mayor disponibilidad de la maquinaria
- Mayor confiabilidad de la maquinaria
- Mayor grado de calidad de la producción
- Reducción de horas extras del personal de mantenimiento

## Proceso de Mantenimiento Preventivo

El Mantenimiento Preventivo establecido para la empresa MCEISA se propuso establecer una serie de actividades coherentes y coordinadas entre sí para su mejora desarrollo y ejecución de las actividades contempladas.

A continuación, se muestra el mantenimiento preventivo establecido:

**Figura N° 34**



**Proceso de Mantenimiento Preventivo**

La Figura N° 34 representa el diagrama de flujo elaborado para el mantenimiento preventivo de la empresa MCEISA tomando en cuenta a sus principales participantes.

## **Manual de Mantenimiento Preventivo**

El manual de mantenimiento preventivo realizado considera diversos puntos entre conceptos que se creen necesarios de aprender y establecer y los formatos tomados en cuenta en el diagrama elaborado para el mismo.

El presente manual consideró los siguientes puntos:

- Objetivo
- Alcance
- Referencias
- Definiciones
- Lineamientos
- Lineamiento Único para el Control de los Documentos
- Formato de Hoja de Vida
- Formato de Inspección Rutinaria de la Maquinaria
- Orden de Trabajo
- Orden de Trabajo Externo
- Orden de Repuestos
- Ficha de Ingreso de Bodega
- Ficha de Egreso de Bodega
- Ficha de Consumo de Combustible
- Bitácora de Mantenimiento Preventivo

Este manual tuvo como objetivo principal dar a conocer las pautas necesarias para la realización de las actividades mencionadas en el proceso estandarizado de un correcto mantenimiento preventivo.

Los formatos que se mencionan en este manual son los mismos que el diagrama de flujo por lo que se resalta su participación en cada acción tomada en cuenta.

Para un mayor detalle de los formatos y otros puntos establecidos ver el Anexo N° 31.

El Formato de Hoja de Vida fue utilizado para la identificación y descripción de la maquinaria, además de las características principales de los motores de cada maquinaria.

El Formato de Inspección Rutinaria de la Maquinaria representa la comprobación y verificación de cada maquinaria y si esta se considera en buen estado o en deterioro.


Con respecto a las Órdenes como de Trabajo, Trabajo Externo y Repuestos fueron consideradas para llevar un control de los ingresos y egresos de la empresa conforme a las actividades realizadas para el mantenimiento preventivo.

Con respecto a las Fichas como Ingreso y Egreso de Bodega, y de Consumo de Combustible se consideró necesario para el control de repuestos y principales materiales solicitados al momento de realizar el mantenimiento conforme a las actividades propuestas.

Por último, la bitácora de mantenimiento preventivo permitió a la empresa llevar un control de todos los mantenimientos preventivos por cada maquinaria.

Como un punto adicional se consideró las siguientes actividades por la maquinaria principal del área de extracción de minerales:

**Tabla N° 15: Inspección Rutinaria de la Maquinaria Jumbo**

 <b>INSPECCIÓN RUTINARIA DE LAS JUMBOS</b>								<b>CÓDIGO</b>	JBH - 282 -2
								<b>VERSION</b>	v0.2
								<b>PÁGINA</b>	1 de 1
ITEM	COMPROBACIONES	ESTADO		REQUIERE				OBSERVACIONES	
		BIEN	MAL	AJUSTAR	LIMPIAR	SUSTITUIR	LUBRICAR		
1	Revisar el nivel del líquido refrigerante	x							
2	Revisar el nivel del aceite del motor	x							
3	Revisar el nivel del aceite hidraulico	x							
4	Revisar el nivel del combustible	x							
5	Inspeccionar que no existan ruidos anormales en el motor		x						
6	Inspeccionar las fugas del motor		x						
7	Inspeccionar el estado de los neumaticos	x							
8	Inspeccionar si existen pernos rotos en las llantas	x							
9	Inspeccionar la tension y condicion de las bandas	x							
10	Inspeccionar las conexiones de la bateria	x							
11	Inspeccionar el sistema de alumbrados o los faros		x						
12	Inspeccionar el estado de los frenos	x							
13	Inspeccionar el estado de los frenos del parqueo	x							
14	Inspeccionar que los indicadores del tablero funcionen correctamente	x							
15	Inspeccionar los extintores manuales	x							
16	Inspeccionar la estructura de la maquinaria	x							
17	Lubricacion de piezas moviles		x				x	Lubricar todas las piezas moviles.	
18	Cambiar el filtro de aire primario	x				x			
19	Controlar el estado de los frenos de pie		x						
20	Controlar las fugas en las conexiones de la manguera	x							
21	Inspeccionar el llenado de agua del scrubber	x							
22	Controlar las fugas y los daños en las mangueras	x							
23	Controlar y reparar los daños y fugas		x						
24	Controlar el nivel del aceite en la mirilla de nivel de aceite hidraulico del motor	x							
25	Controlar la obturacion, ver el panel de maniobra del filtro de aceite de retorno	x							



26	Inspeccionar el estado del filtro de respiracion		x				
27	Controlar el nivel del aceite en el recipiente de aceite de lubricacion	x				x	Nivel el aceite.
28	Controlar el nivel de aceite del compresor. Llenar en los casos necesarios	x					
29	Limpiar el colador del filtro de agua	x			x		
30	Cambiar el filtro de aire secundario	x				x	
31	Controlar las fugas de aceite de motor	x					
32	Controlar el apriete de los pernos	x					
33	Controlar el correcto tensado de las correas	x					
34	Limpiar el pre filtrado de combustible		x		x		
35	Inspeccionar el estado de la bujia de incandescencia, si es necesario sustituirla	x					
36	Inspeccionar la presion de los neumaticos (10 bar)	x					
37	Compruebe el nivel de aceite de la transmision		x				
38	Lubricar la cadena del tambor		x			x	
39	Lubricar el cojinete del tambor		x			x	
40	Lubricar la rueda de traccion		x			x	
41	Lubricar el tambor de manguera		x			x	
42	Limpiar el dispositivo de avance completo	x			x		
43	Controlar el apriete de las uniones de los pernos	x					
44	Inspeccionar el desgaste y la tension de los cables de traccion y retorno	x					
45	Inspeccionar el desgaste de los casquillos de la barrera	x					
46	Inspeccionar el control y desgaste de las piezas de deslizamiento	x					
47	Inspeccionar el desgaste y otros daños de la barra de deslizamiento	x					
48	Lubricar cilindros traseros y delanteros del brazo	x				x	
49	Lubricar el cilindro del telescopio del brazo	x				x	
50	Lubricar el cilindro saliente del dispositivo	x				x	
51	Lubricar el cilindro saliente del brazo	x				x	
52	Controlar y reparar los daños y fugas en las mangueras, cilindros, valvulas y bloques de valvulas		x				
53	Compruebe y repare posibles daños en los racores de lubricacion del brazo		x			x	Lubricar con cuidado los brazos.
54	Drenar el agua de condensacion del deposito de aceite hidraulico	x			x		
55	Limpiar y reajustar uniones roscadas del colector del tambor		x	x			

56	Cambiar el filtro del combustible	x				x		
57	Limpiar y lubricar con grasa los polos de la batería		x		x		x	
58	Cambiar los neumaticos	x				x		
59	Cambiar el aceite del motor	x				x		
60	Controlar el nivel de aceite del engranaje central		x					
61	Controlar el nivel de aceite del engranaje de cubo		x					
62	Controlar el par de apriete de ruedas (570Ni)	x						
63	Engrasar las crucetas	x						
64	Controlar las mangueras y racores de lubricacion central	x					x	
65	Inspeccionar el estado del freno de estacionamiento	x						
66	Controlar el nivel de aceite de engranajes	x						
67	Controlar el tensado de la cadena de accionamiento	x						
68	Controlar el desgaste de cojinete de bolas de la rueda de traccion del dispositivo de avance	x						
69	Controlar el desgaste de cojinete de bolas del tambor de la manguera	x						
70	Controlar las fugas del cilindro hidraulico	x						
71	Controlar el funcionamiento y fugas del ruptor de posicion limite	x						
72	Controlar los daños y fugas de los puntos de alojamiento del brazo	x						Verificar los daños en los brazos.
73	Ajustar el acoplamiento deslizante del tambor		x	x				
74	Inspeccionar el nivel de aceite de la transmision	x						
75	Inspeccionar el nivel de aceite de los mandos finales	x						
76	Drenar las condensaciones del deposito de combustible	x						
77	Cambiar el filtro de aceite de transmision		x			x		
78	Controlar el filtro de aire del compresor		x					
79	Controlar las uniones rocadadas y la limpieza del colector		x		x			
80	Cambiar el aceite de transmision	x				x		
81	Cambiar el filtro de aceite de retorno	x				x		
82	Cambiar el aceite de la caja de engranajes	x				x		
83	Controlar el desgaste de los forros de los frenos		x					
84	Cambiar el aceite del engranaje		x			x		
85	Cambiar el aceite del engranaje central	x				x		


86	Cambiar el aceite del engranaje de cubo	x				x		
87	Inspeccionar el desgaste del pivote central	x						
88	Reparacion del motor		x					
<b>OBSERVACIONES</b>								
Verificar sobre todo el motor y los brazos, dado que todavía se encuentran unos daños.								

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° 15 muestra las actividades de inspección rutinaria consideradas para el mantenimiento preventivo de la maquinaria Jumbo una de las principales maquinarias del área de extracción de minerales.

A continuación, se presenta las actividades de inspección rutinaria consideradas para otra maquinaria del área de extracción de minerales, la maquinaria Scoop:

Tabla N° 16: Inspección Rutinaria de la Maquina Scoop

 <b>INSPECCIÓN RUTINARIA DE LAS SCOOPS</b>								CÓDIGO	SST - 1030 - 6 - 3
								VERSION	v0.3
								PÁGINA	1 de 1
ITEM	COMPROBACIONES	ESTADO		REQUIERE				OBSERVACIONES	
		BIEN	MAL	AJUSTAR	LIMPIAR	SUSTITUIR	LUBRICAR		
1	Revisar el nivel del líquido refrigerante	x							
2	Revisar el nivel del aceite del motor	x							
3	Revisar el nivel del aceite hidraulico	x							
4	Revisar el nivel del combustible	x							
5	Inspeccionar que no existan ruidos anormales en el motor	x							
6	Inspeccionar las fugas del motor	x							
7	Inspeccionar el estado de los neumaticos	x							
8	Inspeccionar si existen pernos rotos en las llantas	x							
9	Inspeccionar la tension y condicion de las bandas	x							
10	Inspeccionar las conexiones de la bateria	x							
11	Inspeccionar el sistema de alumbrados o los faros	x							
12	Inspeccionar el estado de los frenos	x							
13	Inspeccionar el estado de los frenos del parqueo	x							
14	Inspeccionar que los indicadores del tablero funcionen correctamente	x							Verificar la calidad de imagen.
15	Inspeccionar los extintores manuales	x							
16	Inspeccionar la estructura de la maquinaria	x							
17	Lubricacion de piezas moviles		x				x		
18	Cambiar el filtro de aire primario		x			x			
19	Inspeccionar la presion de inflado de los neumaticos	x							
20	Cambiar el filtro de aire secundario	x				x			
21	Retirar la cubierta y limpiar a vapor las aletas de enfriamiento de los cilindros y enfriadores de aceite		x		x				
22	Revisar el nivel del aceite de los mandos finales	x							
23	Chequear y ajustar todos los pernos de las bases de transmision	x		x					
24	Engrasar las crucetas del cardan		x						
25	Inspeccionar el desgaste del freno de servicio y de parqueo	x							

26	Inspeccionar el nivel de electrolitos de las baterías	x						
27	Inspeccionar la boca de llenado de tanques de combustibles y del hidráulico	x						Verificar el nivel de tanque por día.
28	Inspeccionar y limpiar todos los respiradores y desfuegos de la máquina	x			x			
29	Cambiar los neumáticos	x	x			x		
30	Cambiar el aceite del motor		x			x		
31	Cambiar el filtro del aceite		x			x		
32	Cambiar el filtro del combustible		x			x		
33	Limpiar el alojamiento y tubería del filtro de aire		x		x			
34	Cambiar el aceite hidráulico	x				x		
35	Cambiar el aceite de transmisión	x				x		
36	Cambiar el filtro hidráulico	x				x		
37	Cambiar el aceite de los diferenciales		x			x		
38	Cambiar el aceite de los mandos finales		x			x		
39	Inspeccionar el estado de la bujía de incandescencia, si es necesario sustituirla	x						
40	Inspeccionar y reajustar los pernos que soportan la base del motor	x		x				
41	Inspeccionar y calibrar el juego de las válvulas del motor	x						
42	Inspeccionar que no estén flojos los pernos y las abrazaderas de sujeción del escape	x						
43	Inspeccionar y apretar, si es necesario, los soportes de los ejes de transmisión	x						Verificar los ejes de transmisión.
44	Cambiar los filtros y lubricantes del compresor de aire	x				x	x	
45	Revisar fugas múltiples de admisión y escape y si es necesario reemplazarlos		x					
46	Inspeccionar el juego axial del turbo cargador	x						
47	Inspeccionar la presión de la bomba de aceite del motor	x						
48	Limpiar el filtro de aspiración de la transmisión	x			x			
49	Inspeccionar que no existan fugas, cortes o fricción que provoquen la rotura de las mangueras hidráulicas	x						
50	Inspeccionar el estado del cable, acelerador y ahogar de la máquina	x						



51	Inspeccionar la operación y buen estado de las pastillas de freno y de bloqueo	x						
52	Inspeccionar los daños y grietas en los neumáticos	x						
53	Ajustar las tuercas de las ruedas	x		x				
54	Inspeccionar la correcta lubricación de los bujes, ejes, y rodamientos	x					x	Lubricar pieza por pieza.
55	Inspeccionar el estado de las cuchillas y de la estructura del cucharón	x						
56	Inspeccionar el estado de la bomba de agua	x						
57	Inspeccionar el estado de las poleas del alternado, bomba de agua y cigüeñal	x						
58	Desmontar y Inspeccionar el estado de los inyectores, y si es necesario sustituirlos		x					
59	Desmontar y Inspeccionar el estado del motor de arranque, y si es necesario sustituirlo		x					
60	Inspeccionar el estado de la batería	x						
61	Inspeccionar la compresión y realizar la prueba de fugas del motor de combustión	x						
62	Desmontar y comprobar en el banco el estado de los inyectores		x					
63	Drenar y limpiar el sistema de refrigeración	x			x			
64	Inspeccionar el estado del termostato del motor	x						
65	Inspeccionar el estado del pin central y de los bujes	x						
66	Comprobar la presión de carga del convertidor de torque	x						
67	Inspeccionar si existen fugas de caudal en el convertidor de torque	x						
68	Desmontar, inspeccionar y reparar, si es necesario, los mandos finales		x					Verificar el estado de cada mando.
69	Inspeccionar los ejes y bujes de los brazos	x						
70	Reparar el motor de combustión	x						
<b>OBSERVACIONES</b>								
Inspeccionar la cantidad de piezas antes y después de cada desmontaje.								

Fuente: Elaboración Propia

## Materiales y Suministros del Mantenimiento Preventivo

Los materiales y suministros del mantenimiento preventivo conciernen a un listado de los mismos al momento de realizar el proceso estandarizado o formalizado.

A continuación, se presenta el listado de los principales materiales y suministros considerados para el mantenimiento preventivo en la empresa MCEISA:

**Tabla N° 17: Listado de Materiales y Suministros**

			MATERIALES Y SUMINISTROS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	MARCA	PROVEEDOR 1	PROVEEDOR 2	UBICACIÓN	CANTIDAD	MEDIDA
1	Grasa industrial	GI001	Mobil	Mobil	Vistony	Callao	5	Balde
2	Focos 24 V/12V	FO001	Rally Illuminations	Rally Illuminations	Focus GM	Cercado de Lima	71	Unidad
3	Limpia contacto	LC001	Vistony	Vistony	Mobil	Ancon	12	Unidad
4	Pegamento Locite	PE001	Loctite	Vistony	Mobil	Ancon	25	Unidad
5	Trapo industrial	TI001	-	SM Suministros	ServiTrapo Industrial	Cercado de Lima	152	Kilos
6	Soldimix Stick	SO001	Soldimix	Vistony	Mobil	Ancon	32	Unidad
7	Silicona Skil	SI001	Skil	Vistony	Mobil	Ancon	28	Unidad
8	Rectificaciones	RE001	-	JCMotores	La Barca	La Victoria	3	Unidad
9	Uñas de arrastre	UA001	-	Equiser	Major Tools	Ate	3	Juego Kit
10	Sellos Hidráulico	SH001	-	JCMotores	La Barca	La Victoria	5	Juego Kit
11	Manómetro H	MH111	-	Leitenberger	La Barca	Ate	7	Unidad
12	Neumáticos	NE001	Good Year	Good Year	Yokohama	Callao	15	Unidad
13	Hidrolina 68wh	HW001	Helix	Vistony	Mobil	Ancon	8	Galones
14	Bornes de Baterías	BB001	-	JCMotores	La Barca	La Victoria	17	Unidad
15	Disolventes	DI001	Tekno	Tekno	Sol Car	El Agustino	8	Botella
16	Fusibles tipo H	FH661	Wurth	JCMotores	La Barca	La Victoria	60	Unidad
17	Agua mineral	AM001	Vistony	Vistony	Mobil	Ancon	52	Botella
18	Agua de batería	AB001	Vistony	Vistony	Gulf	Ancon	24	Botella

\* Materiales y Suministros Anuales

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° 17 muestra un listado específico de los materiales y suministros utilizados para el mantenimiento preventivo, además de estandarizarlos con un código de referencia, y establecer la marca a comprar, los principales proveedores a los que se les puede solicitar, una cantidad estimada de forma anual y la unidad de medida establecida por cada uno.

Así mismo, se elaboró un listado de los aceites y filtros considerados por cada maquinaria durante el mantenimiento preventivo con la finalidad de alargar la vida útil del motor que considera la maquinaria, dado que se considera una pieza fundamental por cada una.

El mantenimiento preventivo para los aceites y filtros protegen a la maquinaria de contaminantes externos e internos para así evitar su desgaste con mayor rapidez y asegurar su correcto funcionamiento durante su uso.

**Tabla N° 18: Listado de Aceites y Filtros**

			ACEITES Y FILTROS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	MAQUINARIA		
			JUMBOS	SCOOPS	MICRO SCOOPS
1	Aceite para motor	ACEMO01	350	250	220
2	Filtro de aceite	FACE01	150	80	60
3	Filtro de combustible	FCOM01	100	90	70
4	Filtro separador agua	FSAG01	90	90	70
5	Filtro aire primario	FAPR01	200	150	120
6	Filtro aire secundario	FASC01	200	150	120
7	Filtro Hidráulico	FHD01	250	200	180
8	Aceite hidráulico	ACEHD01	1500	850	750
9	Respiradores	RSP01	80	40	30
10	Baterías	BAT01	750	750	650
<b>TOTAL</b>			<b>3670</b>	<b>2650</b>	<b>2270</b>

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° 18 muestra los aceites y filtros estandarizando un código de referencia por cada uno, y la cantidad en litros anuales por la principal maquinaria en uso actual para el área de extracción.



## Cronograma de Mantenimiento Preventivo

A continuación, se presenta el cronograma elaborado para el mantenimiento preventivo de la maquinaria Jumbo:

**Tabla N° 19: Cronograma Preventivo de la Maquinaria Jumbo**

Id	Nombre de tarea	Duración	Predeces	Nombres de los recursos	enero 2019																												febrero 2019														marzo 2019														abril 2019													
					01	04	07	10	13	16	19	22	25	28	31	03	06	09	12	15	18	21	24	27	30	02	05	08	11	14	17	20	23	26	29	01	04	07	10	13	16																																	
0	Aplicación del Mantenimiento Preventivo para mejorar la productividad del área de	52 días																																																																								
1	Inicio de la Aplicación del Mantenimiento Preventivo para mejorar la productividad del	0 días		Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	01/01																																																																					
2	Revisar el nivel del líquido refrigerante	1 día	1	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																																																					
3	Revisar el nivel del aceite del motor	1 día	2CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																																																					
4	Revisar el nivel del aceite hidráulico	1 día	2CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																																																					
5	Revisar el nivel del combustible	1 día	2CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																																																					
6	Inspeccionar que no existan ruidos anormales en el motor	1 día	5	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																																																					
7	Inspeccionar las fugas del motor	1 día	6CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																																																					
8	Inspeccionar el estado de los neumáticos	1 día	6CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																																																					
9	Inspeccionar si existen pernos rotos en las llantas	1 día	6CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																																																					
10	Inspeccionar la tensión y condición de las bandas	1 día	6CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																																																					
11	Inspeccionar las conexiones de la batería	1 día	6CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																																																					
12	Inspeccionar el sistema de alumbrados o los faros	1 día	6CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																																																					
13	Inspeccionar el estado de los frenos	1 día	6CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																																																					
14	Inspeccionar el estado de los frenos del parqueo	1 día	6CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																																																					
15	Inspeccionar que los indicadores del tablero funcionen correctamente	1 día	6CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																																																					
16	Inspeccionar los extintores manuales	1 día	6CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																																																					
17	Inspeccionar la estructura de la maquinaria	1 día	6CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																																																					
18	Lubricación de piezas móviles	3 días	17	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																																																					
19	Cambiar el filtro de aire primario	2 días	18	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																																																					
20	Controlar el estado de los frenos de pie	2 días	19	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																																																					





Id	Nombre de tarea	Duración	Predeces	Nombres de los recursos	Gantt Chart Timeline																																			
					febrero 2019							marzo 2019							abril 2019							mayo 2019														
					31	03	06	09	12	15	18	21	24	27	02	05	08	11	14	17	20	23	26	29	01	04	07	10	13	16	19	22	25	28	01	04	07	10	13	16
41	Lubricar la rueda de traccion	1 día	36CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																			
42	Lubricar el tambor de manguera	1 día	36CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																			
43	Limpiar el dispositivo de avance completo	2 días	36CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																			
44	Controlar el apriete de las uniones de los pernos	2 días	43	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																			
45	Inspeccionar el desgaste y la tension de los cables de traccion y retorno	2 días	44CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																			
46	Inspeccionar el desgaste de los casquillos de la barrera	2 días	44CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																			
47	Inspeccionar el control y desgaste de las piezas de deslizamiento	2 días	44CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																			
48	Inspeccionar el desgaste y otros daños de la barra de deslizamiento	2 días	44CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																			
49	Lubricar cilindros traseros y delanteros del brazo	2 días	48CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																			
50	Lubricar el cilindro del telescopio del brazo	2 días	48CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																			
51	Lubricar el cilindro saliente del dispositivo	2 días	48CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																			
52	Lubricar el cilindro saliente del brazo	2 días	48CC	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																			
53	Controlar y reparar los daños y fugas en las mangueras, cilindros, válvulas y bloques de	2 días	52	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																			
54	Compruebe y repare posibles daños en los racores de lubricacion del brazo	1 día	53	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																			
55	Drenar el agua de condensacion del deposito de aceite hidraulico	1 día	54	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																			
56	Limpiar y reajustar uniones roscadas del colector del tambor	2 días	55	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																			
57	Cambiar el filtro del combustible	2 días	56	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																			
58	Limpiar y lubricar con grasa los polos de la bateria	3 días	57	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																			
59	Cambiar los neumaticos	1 día	58	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																			
60	Cambiar el aceite del motor	2 días	59	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de	Josué Rober Chagua Echenique, Grupo de Mejora del TPM, Colaboradores de la Empresa MCEISA																																			







## Mantenimiento Preventivo de la Maquinaria

Dado la formalización del mantenimiento preventivo en la empresa se considera necesario mostrar las fotografías tomadas durante su ejecución que muestran a los colaboradores y equipos de la empresa MCEISA trabajando arduamente para conseguir un mantenimiento preventivo que se acople a su filosofía de trabajo.

A continuación, se observa una serie de fotografías tomadas al momento de la realización del mantenimiento preventivo:

Figura Nº 35



Fuente: Elaboración Propia











Fotografías del Mantenimiento Preventivo

La Figura N° 35 muestra las fotografías tomadas durante la ejecución de los formatos establecidos y la coordinación con los colaboradores para llegar a los mismos tomando en cuenta la mejor manera para su rapidez y control.

### ***Crear un sistema de mantenimiento de calidad***

Como punto 9 considerado para el desarrollo de la presente tesis, se realizó la creación de un sistema de mantenimiento de calidad que implica o toma en cuenta al mantenimiento productivo ya explicado, anteriormente.

El mantenimiento productivo planteado se refiere al seguimiento de la maquinaria establecida en el proceso de extracción de minerales recopilando valores e identificando que parte de la maquinaria, pieza, o proceso no se está desarrollando al 100% de su rendimiento.

Las principales ventajas de establecer un mantenimiento productivo en la empresa MCEISA son los siguientes:

- No se considera necesario el desmontaje completo de la maquinaria para averiguar cuál es la falla o avería, por lo que se considera un ahorro de tiempo.
- Abarca técnicas no invasivas para la maquinaria y para el técnico u operario que la maneja o verifica.
- Se reduce el stock de repuestos en el almacén dado que, solo se compran en caso de que se necesite.
- Disminuye el capital o presupuesto designado para el mantenimiento de la maquinaria dado que es más eficaz.

### **Principales Técnicas Predictivas**

Las principales técnicas que considera el mantenimiento productivo con el fin de predecir alguna falla o avería en la maquinaria de la empresa pueden ser los siguientes:

- **Análisis de vibraciones:** es el análisis de la vibración rotativa de la maquinaria y la verificación de la misma utilizando un analizador de vibraciones con datos a interpretarse y que pueden ayudar a predecir próximas incidencias.

- **Termografía:** es el análisis de la temperatura superficial de la maquinaria y la verificación de su estado con ayuda de una cámara termografía evaluando las principales fuentes de calor en una zona concreta.
- **Análisis de aceites:** es el análisis del aceite lubricante de la maquinaria y la verificación de su estado idónea para que la maquinaria se desempeñe con eficacia evaluando los iones de aceite y su buen funcionamiento.
- **Análisis de ultrasonidos:** es el análisis de los sonidos emitidos por la maquinaria a alta frecuencia mediante el uso de ultrasonidos.
- **Análisis del humo de combustión:** es el análisis de la oxidación con llama y gases de combustión.

La selección tomada en cuenta fue en coordinación con el gerente general y los principales técnicos de mantenimiento, queda a aclarar que este tipo de mantenimiento fue solo planteado y que se espera su ejecución para el próximo año, según el desarrollo de los otros dos tipos de mantenimiento explicados.

La empresa MCEISA consideró para un análisis del mantenimiento productivo el análisis de aceites, dado que su mantenimiento se centra en la verificación de los mismos en la maquinaria, además que es considerado uno de los más comunes y fáciles de aplicar sin considerar el ahorro en equipo.

El análisis de aceite fue planteado con el fin de determinar alguna anomalía o falla que puede presentar la maquinaria, por ello se realizó las consideraciones necesarias a seguir:

**Tabla N° 20: Condiciones de Aceites**

CONDICION	ABREV	COLOR	DESCRIPCION
Normal	N		El aceite se encuentra dentro de los parámetros normales
Seguimiento	S		El aceite se encuentra sobre los valores normales, teniendo que realizar un seguimiento más constante para detectar la falla antes de que pasar a un estado más grave.
Alerta	A		El aceite se encuentra en un estado de alerta donde se tiene que tomar acciones de inmediatas antes de que el equipo falle.

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° 20 muestra las condiciones tomadas en cuenta para determinar la condición del aceite del motor de la maquinaria utilizando colores básicos como guía de alerta o seguimiento.

Otro punto considerado para el análisis de aceites fue el desgaste de cada componente y la tendencia a la que va el mismo:

**Tabla N° 21: Componentes del Análisis de Aceite**

COMPONENTE		ELEMENTOS ANALIZADOS
Motor		Se analizaron los elementos de desgaste (Fe,Al,Cr,Cu), contaminantes (Si, Soot), viscosidad
Sistema Hidraulico		Se analizaron los elementos de desgaste (Fe,Al,Cr,Cu), contaminantes (Si), viscosidad
Mandos Finales	Derecho	Se analizaron los elementos de desgaste (Fe,Al,Cr,Cu), contaminantes (Si), viscosidad
	Izquierdo	Se analizaron los elementos de desgaste (Fe,Al,Cr,Cu), contaminantes (Si), viscosidad

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° 21 representa los componentes a ser considerados para el análisis de aceite de motor, sistema hidráulico y mandos finales de cada maquinaria del área de extracción de minerales.

Por otro lado, y ya establecida las consideraciones necesarias para el mantenimiento productivo se aclara que el mismo se aplica dependiendo de las necesidades, por ejemplo:

- Análisis Iniciales que provienen de resultados de estudios de lubricación.
- Análisis Rutinario que se aplica para maquinaria crítica y a la cual se le quiere determinar su estado en el nivel de aceite, desgaste y contaminación, entre otros.
- Análisis de Emergencia que se aplica para detectar anomalías en la maquinaria según su contaminación con agua, solidos o productos inadecuados.

La empresa MCEISA estableció que el análisis a aplicar fue sería el rutinario para lograr la máxima vida útil de los componentes con mínimo desgaste y con el mayor aprovechamiento del lubricante utilizado.

Así mismo, se elaboró una tabla de desgastes permisibles por cada maquinaria que identifica los desgastes fuera de lo normal por cada maquinaria:

**Tabla N° 22: Componentes del Análisis de Aceite**

GUIA DE DESGASTE DE ELEMENTOS EN LOS ANALISIS DE ACEITE									
Componente	Variables	Unidad de Medida	Condición de Aceite			Fecha de Muestra	Valor de Muestra	Estado de Aceite	Observaciones
			Normal	Seguimiento	Alerta				
Motor	Contenido de Hierro en el aceite	PPM	0 - 40	40 - 51	> 51				
	Contenido de Cobre en el aceite	PPM	0 - 20	20 - 27	> 27				
	Contenido de Aluminio en el aceite	PPM	0 - 3	3 a 5	> 5				
	Contenido de Silicio en el aceite	PPM	0 - 10	10 a 13	> 13				
	Contenido de Cromo en el aceite	PPM	0 - 3	3 a 5	> 5				
	Contenido de Holi n el aceite	Sin Unidad	0 - 50	50 - 80	> 80				
	Presencia de Agua en el aceite	Sin Unidad	-	-	-				
	Viscosidad del aceite a 100° C	CST	12 a 14	-	-				
Mandos Finales	Contenido de Hierro en el aceite	PPM	0 - 177	177 - 211	> 211				
	Contenido de Cobre en el aceite	PPM	0 - 20	20 - 40	> 40				
	Contenido de Aluminio en el aceite	PPM	0 - 20	20 - 40	> 40				
	Contenido de Silicio en el aceite	PPM	0 - 57	57 - 75	> 75				
	Contenido de Cromo en el aceite	PPM	0 - 3	3 a 4	> 4				
	Valor de PQ en el aceite	Sin Unidad	0 - 140	> 140	-				
	Presencia de Agua en el aceite	Sin Unidad	-	-	-				
	Viscosidad del aceite a 100° C	CST	16.50 - 18	-	-				
Sistema Hidraulico	Contenido de Hierro en el aceite	PPM	0 - 25	25 - 31	> 31				
	Contenido de Cobre en el aceite	PPM	0 - 14	14 - 30	> 30				
	Contenido de Aluminio en el aceite	PPM	0 - 5	5 a 6	> 6				
	Contenido de Silicio en el aceite	PPM	0 - 12	12 a 15	> 15				
	Contenido de Cromo en el aceite	PPM	0 - 3	3 a 4	> 4				
	Valor de PQ en el aceite	Sin Unidad	0 - 60	> 60	-				
	Presencia de Agua en el aceite	Sin Unidad	-	-	-				
	Viscosidad del aceite a 100° C	CST	6 a 7	-	-				

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° 22 muestra los componentes a evaluarse para el análisis de aceites para un correcto mantenimiento productivo en la empresa MCEISA.

Como punto adicional, se elaboró un formato de hoja de servicio si algún solicitante detecto alguna maquinaria que requiera este tipo de mantenimiento, para mayor detalle ver el Anexo N° 32.



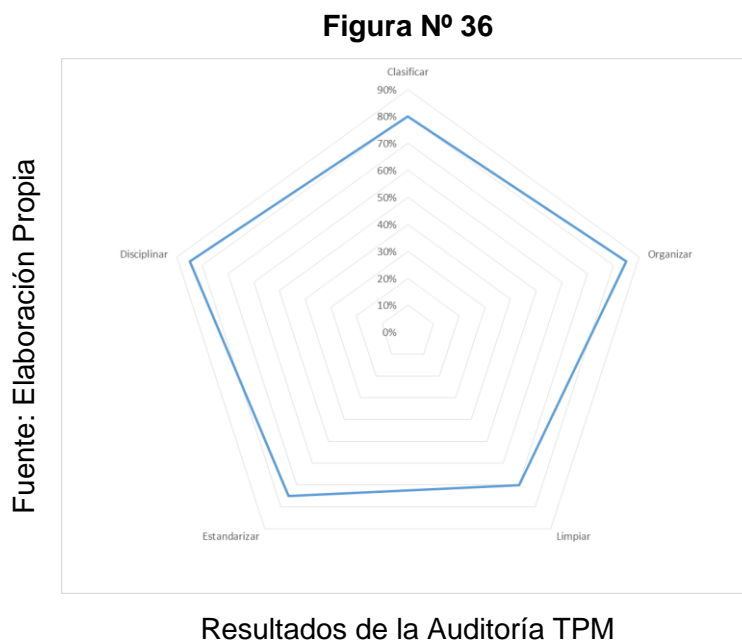
***Crear un sistema administrativo y de apoyo eficaz / Desarrollar un sistema para gestionar la salud, seguridad y el entorno***

Los últimos dos pasos considerados para el desarrollo de la presente tesis consiste en la creación de un sistema administrativo y un apoyo eficaz, además de tomar en cuenta la gestión de la salud, seguridad y el entorno de trabajo por lo que se creyó necesario la elaboración un formato de auditoria que ayude a la empresa a evaluar factores externos que pueden afectar a la maquinaria y a los operarios que la manejan o utilizando durante la ejecución de su trabajo.

El formato de auditoria tomado en cuenta fue elaborado considerando los 5 puntos que establece las 5'S de la filosofía Lean Manufacturing dado que se considera puntos establece y que pueden ser considerados para el nivel de implementación de esta filosofía en la empresa MCEISA.

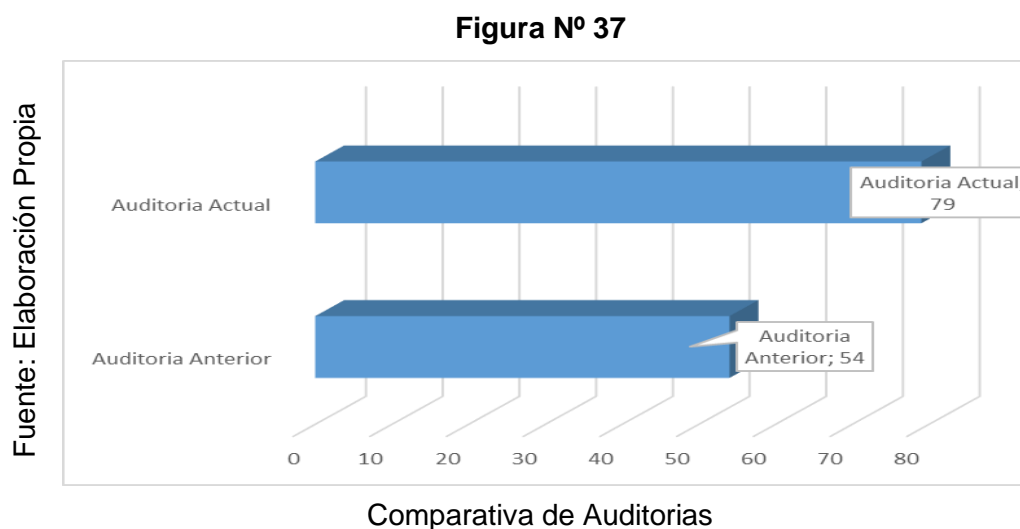
Para mayor detalle del Formato de Autoría de la empresa, ver el Anexo N° 33.

Así mismo se detalla, a continuación los resultados obtenidos gracias a la aplicación de los pasos anteriormente descritos y que ayudaron a la empresa MCEISA a alcanzar un nivel mayor en su puntaje de auditorías:



La Figura N° 36 muestra los resultados obtenidos de la Auditoria TPM realizada y que muestra el nivel conforme a las 5's y como este se incrementó después de las actividades realizadas.

Para una comparativa más general se muestran los datos obtenidos entre la última auditoria antes de implementar TPM y la final:



Tal como se observa en la Figura N° 37 existe un incremento significativo después de la implementación del TPM en la empresa MCEISA.

### ***Consolidar la implantación del Mantenimiento Productivo Total y mejorar las metas y objetivos***

La consolidación de la implantación del TPM en la empresa MCEISA se dio con la conformidad del servicio brindado en un acta de cierre donde se concluye el alcance del mismo y la ayuda que significo para el aumento de la productividad en el área de extracción de minerales de la empresa.

Esta Acta de Cierre consideró los datos generales de la empresa, la razón de cierre, la aceptación de cada uno de los entregables y la aprobación de los representantes generales.

Para un mayor detalle ir al Anexo N ° 35, y las siguientes fotografías:

Figura N° 38



Fuente: Elaboración Propia



Fotografías del Cierre del Proyecto



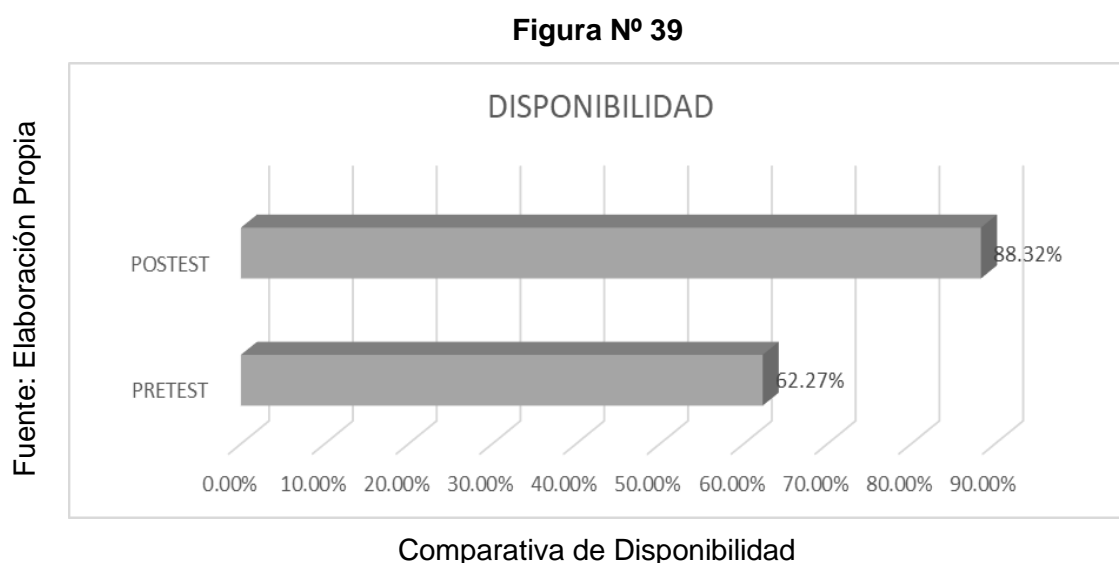
## Resultados de la Propuesta de Mejora en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A.

Una vez finalizado la implementación del TPM en la empresa MCEISA se presentan, a continuación, los resultados obtenidos en base a los principales indicadores del TPM.

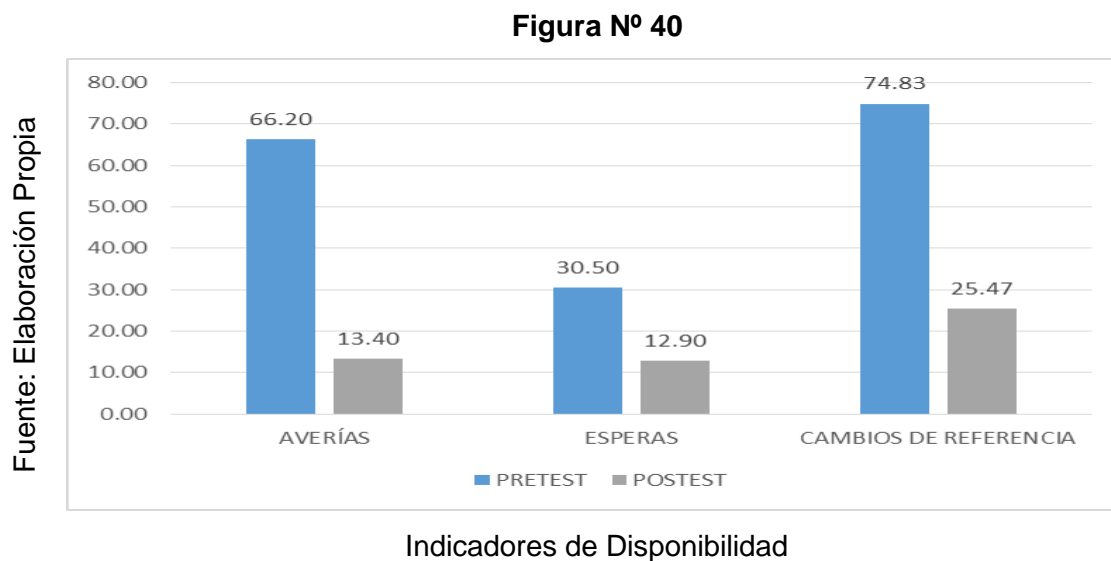
Los resultados tomados en cuenta pertenecen a un análisis del antes y después de la empresa, cada uno considera un tiempo de 30 días.

### Análisis de Disponibilidad

El análisis de disponibilidad se vio basada en la toma de datos considerando averías, esperas y cambios de referencias, cabe aclarar que se consideró como averías al tiempo de parada de la maquinaria por más de 5 minutos, se consideró espera al tiempo de espera de la maquinaria por materia prima y se consideró como cambios de referencias a los tiempos de cambio de la maquinaria, en base a ello se pudo obtener lo siguiente:



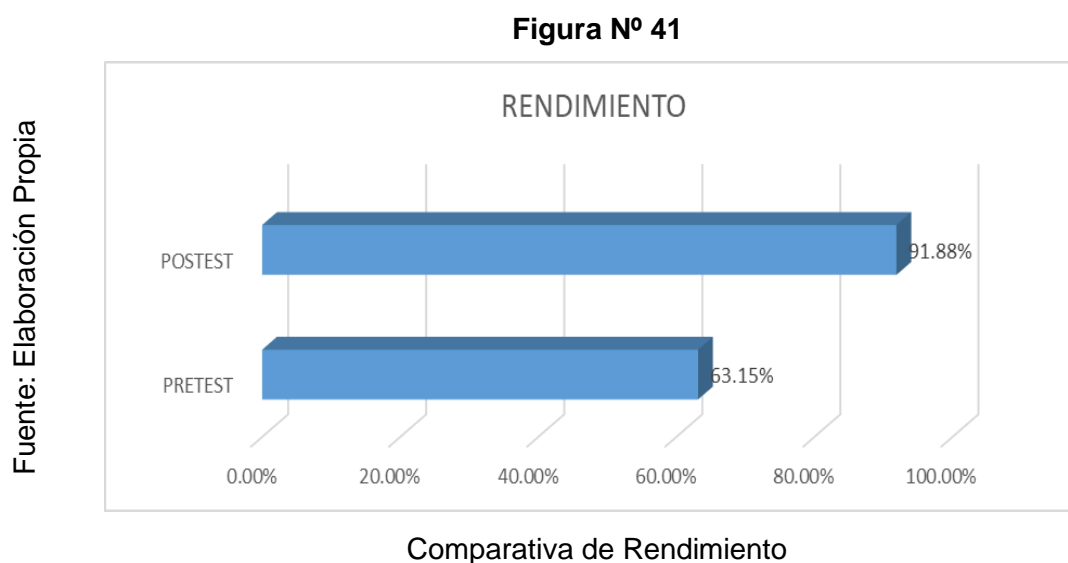
La Figura N° 39 muestra, en un gráfico de barras horizontales, la evolución de la disponibilidad en la empresa MCEISA antes y después de la aplicación del TPM de las maquinarias, como se puede observar se obtuvo un aumento del 26% con respecto a la disponibilidad.



Así mismo, la Figura N° 40 representa la evidente disminución de las averías, esperar, y cambios de referencia después de la aplicación del TPM.

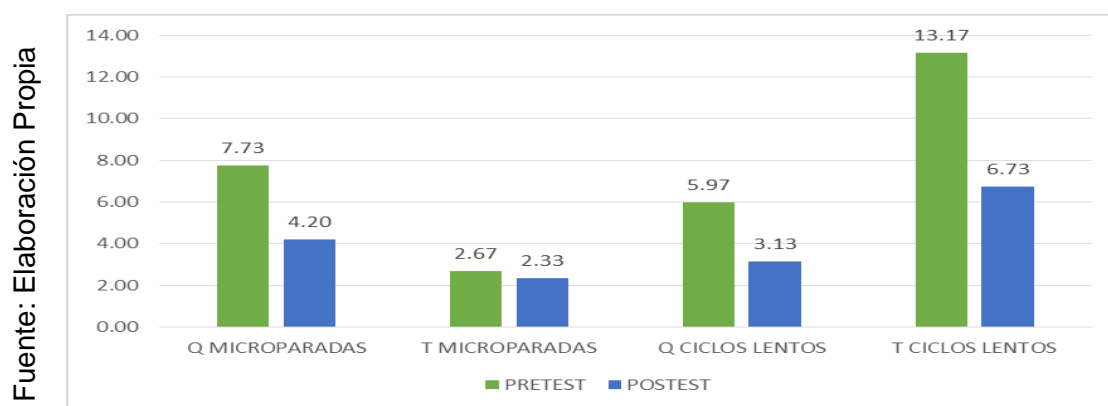
### Análisis de Rendimiento

El análisis de rendimiento se vio basada en la toma de datos considerando la cantidad de microparadas y ciclos lentos que tiene la maquinaria, llámese microparadas a la parada de la maquinaria por 5 minutos o menos, y llámese ciclos lentos al tiempo donde la maquinaria no funciona a su 100% o se presentan lentitudes con respecto a su producción, en base a ello se pudo deducir lo siguiente:



La Figura N° 41 muestra, en un gráfico de barras horizontales, la evolución del rendimiento de la maquinaria de la empresa MCEISA antes y después de la aplicación del TPM, como se puede observar se obtuvo un aumento del 29% con respecto al rendimiento.

**Figura N° 42**



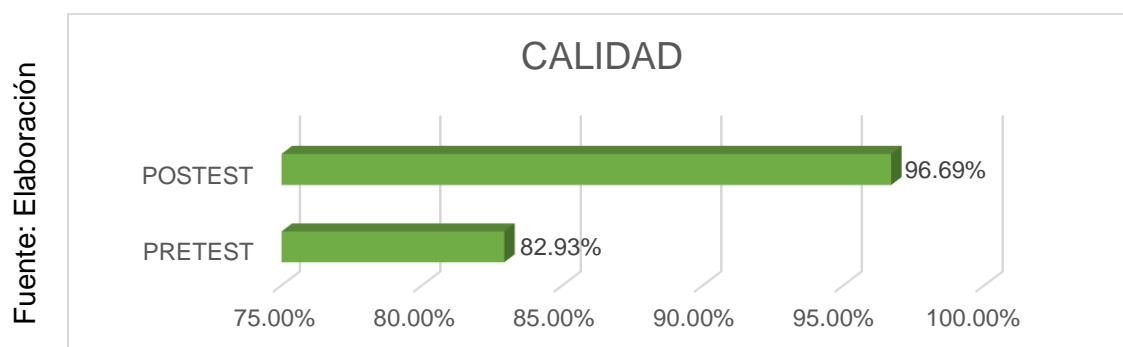
Indicadores de Rendimiento

Así mismo, la Figura N° 42 representa la evidente disminución de la cantidad y tiempo de microparadas y ciclos lentos después de la aplicación del TPM.

### Análisis de Calidad

El análisis de la calidad se vio basada en la toma de datos considerando la cantidad de avance defectuoso desde el arranque hasta que se estabilizo la producción, además del avance defectuoso durante la producción normal, en base a ello se pudo deducir lo siguiente:

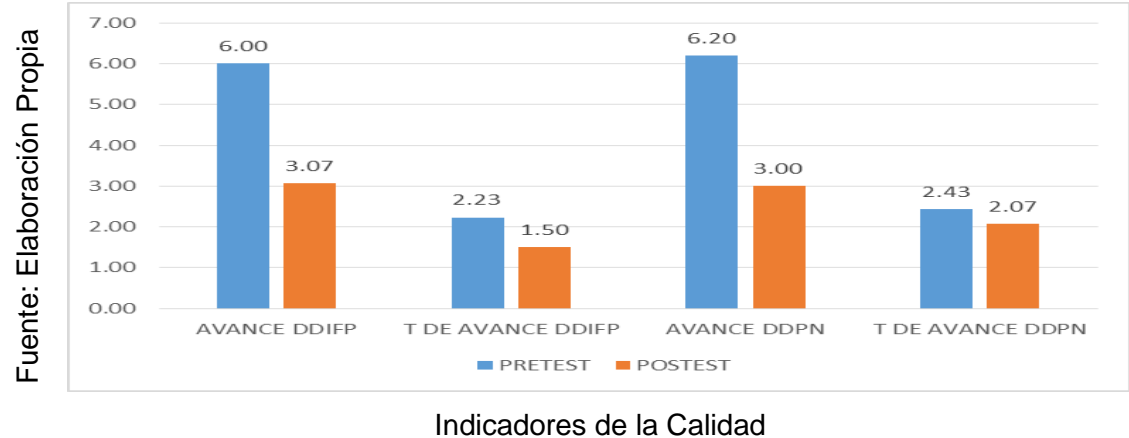
**Figura N° 43**



Comparativa de la Calidad

La Figura N° 43 muestra, en un gráfico de barras horizontales, la evolución de la calidad de la maquinaria de la empresa MCEISA antes y después de la aplicación del TPM, como se puede observar se obtuvo un aumento del 14% con respecto a la calidad.

Figura N° 44

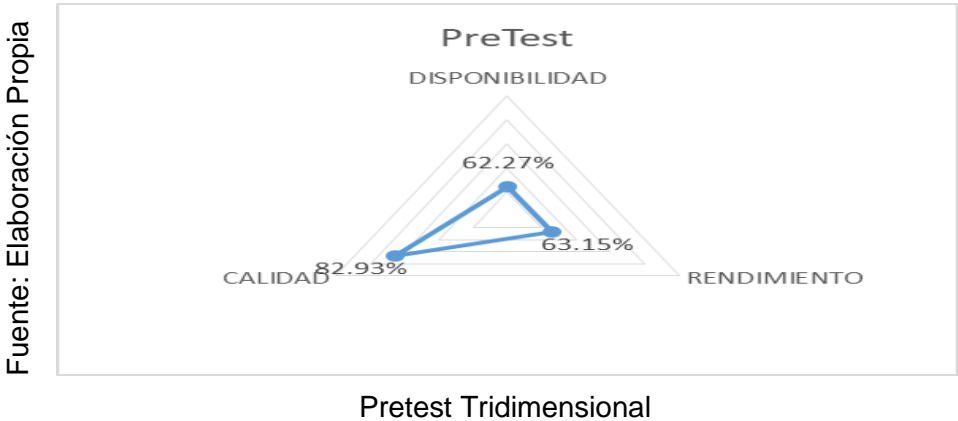


Así mismo, la Figura N° 44 representa la evidente disminución de avance defectuoso desde el arranque hasta que se estabilizo la producción, y el avance defectuoso durante la producción normal después de la aplicación del TPM.

### Análisis del OEE

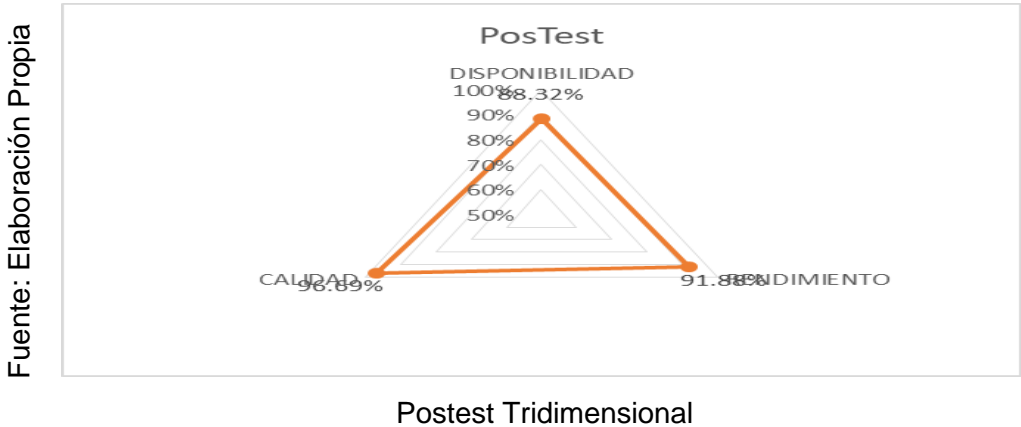
El análisis del OEE considera de forma general el producto de la disponibilidad, rendimiento y calidad de la maquinaria, en base a ello se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura N° 45



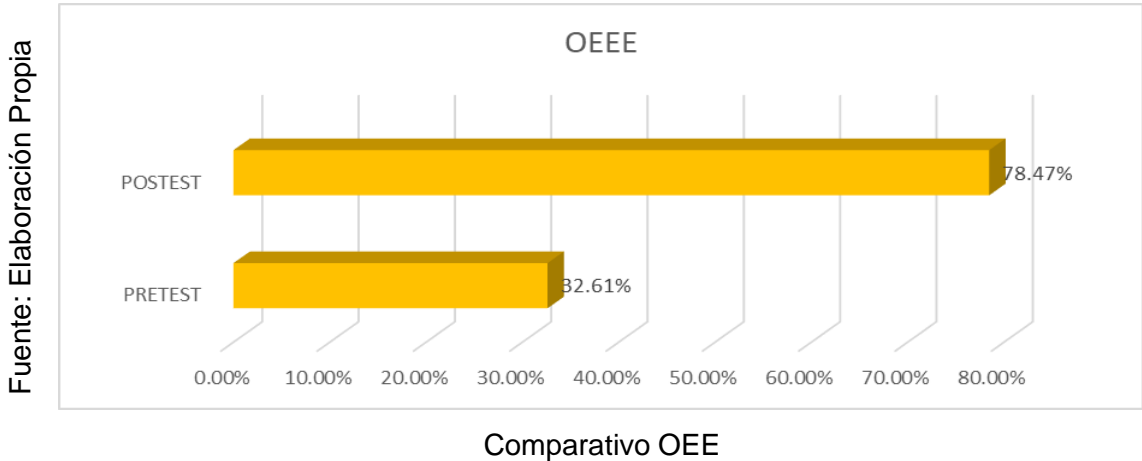
La Figura N° 45 muestra, en un gráfico radial, los resultados generales obtenidos para la evaluación del OEE en sus indicadores principales como se observa la mayoría estuvo en un rango de 60% y 80%, sin superar o acercarse al 100%.

Figura N° 46



La Figura N° 46 muestra, en un gráfico radial, los resultados generales obtenidos para la evaluación del OEE en sus indicadores principales como se observa la mayoría estuvo en un rango de 80% y 90%, acercándose significativamente al 100%.

Figura N° 47



Finalmente la Figura N° 47 muestra el evolutivo del OEE, indicador principal del TPM, donde se observa un aumento significativo en un 46% tomando en cuenta los anteriores indicadores descritos.

## Análisis Económico Financiero

### 2.7.5.1. Inversiones de Mantenimiento

#### Mantenimiento Correctivo

A continuación, se muestra una comparativa de costos presupuestados del mantenimiento correctivo entre este año y año pasado:

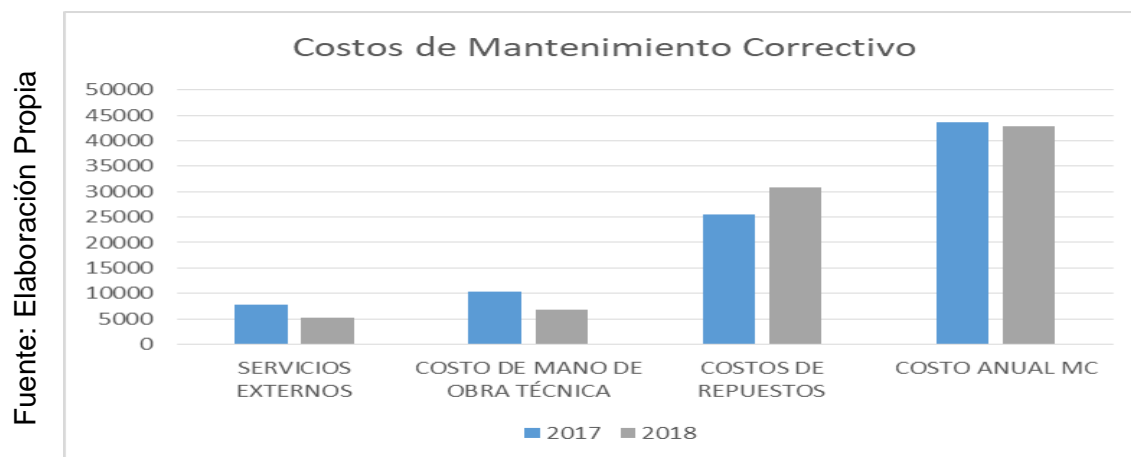
**Tabla N° 23: Costos de Mantenimiento Correctivo**

MANTENIMIENTO CORRECTIVO				
AÑO	SERVICIOS EXTERNOS	COSTO DE MANO DE OBRA TÉCNICA	COSTOS DE REPUESTOS	COSTO ANUAL MC
2017	S/. 7,835.00	S/. 10,369.00	S/. 25,478.00	S/. 43,682.00
2018	S/. 5,236.00	S/. 6,789.00	S/. 30,785.00	S/. 42,810.00

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° 23 muestra la inversión presupuestada para el mantenimiento correctivo entre este año con el desarrollo y aplicación del TPM y el año pasado donde todavía no se había implementado.

**Figura N° 48**



Costos de Mantenimiento Correctivo

La Figura N° 48 muestra, en un gráfico de barras, la comparativa de los costos incurridos para implementar un mantenimiento correctivo entre este año y el año pasado.

## Mantenimiento Preventivo

A continuación, se muestra una comparativa de costos presupuestados de mantenimiento preventivo entre este año y año pasado:

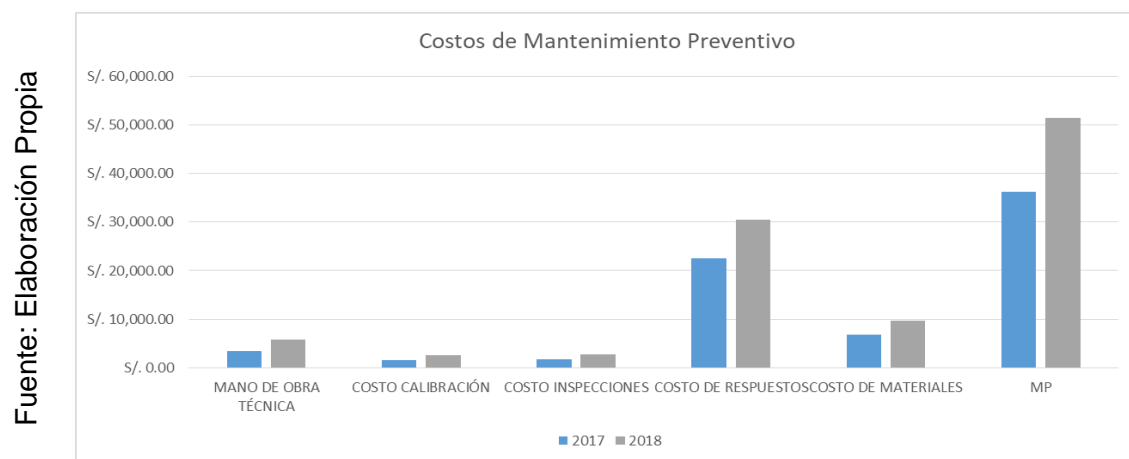
**Tabla N° 24: Costos de Mantenimiento Preventivo**

MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
AÑO	COSTO DE MANO DE OBRA			COSTO DE MATERIALES		COSTO ANUAL MP
	MANO DE OBRA TÉCNICA	COSTO CALIBRACIÓN	COSTO INSPECCIONES	COSTO DE RESPUESTOS	COSTO DE MATERIALES	
2017	S/. 3,412.00	S/. 1,589.00	S/. 1,773.00	S/. 22,531.00	S/. 6,874.00	S/. 36,179.00
2018	S/. 5,894.00	S/. 2,567.00	S/. 2,694.00	S/. 30,412.00	S/. 9,745.00	S/. 51,312.00

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° 24 muestra la inversión incurrida para el mantenimiento correctivo entre este año con el desarrollo y aplicación del TPM y el año pasado donde todavía no se había implementado.

**Figura N° 49**



**Costos de Mantenimiento Preventivo**

La Figura N° 49 muestra, en un gráfico de barras, la comparativa de los costos incurridos para implementar un mantenimiento preventivo entre este año y el año pasado.

## **Inversión Anual del Mantenimiento Productivo Total**

A continuación, se presente la inversión anual del TPM al implementarse en la empresa MCEISA, la cual consta en los planes establecidos y las capacitaciones:

**Tabla Nº 25: Inversión Anual del Mantenimiento Productivo Total**

<b>INVERSIÓN ANUAL DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL</b>	
<b>PLAN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL</b>	<b>MONTO</b>
Plan de compra repuestos programado de los equipos	S/. 30,000.00
Plan de compra de aceites y filtros	S/. 14,520.00
Materiales consumibles y suministros de insumos	S/. 8,740.00
Compra Herramientas de inspección y repuestos	S/. 3,952.00
Mantenimiento Anual del programa	S/. 2,220.00
<b>Sub - Total</b>	<b>S/. 59,432.00</b>
<b>ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIONES</b>	
Plan de Capacitación sobre Lean Manufacturing	S/. 200.00
Plan de Capacitación sobre Mantenimiento Productivo Total	S/. 600.00
Plan de Promoción e incentivos del programa	S/. 400.00
Compra de materiales y recursos necesarios	S/. 1,100.00
<b>Sub - Total</b>	<b>S/. 2,300.00</b>
<b>COSTO TOTAL ANUAL</b>	<b>S/. 61,732.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla Nº 25 muestra la inversión incurrida durante este año para el desarrollo del TPM donde se puede visualizar cuantos materiales se compraron y se precisa el costo de las capacitaciones. Así mismo, se muestra los costos totales anuales establecidos y estudiados:



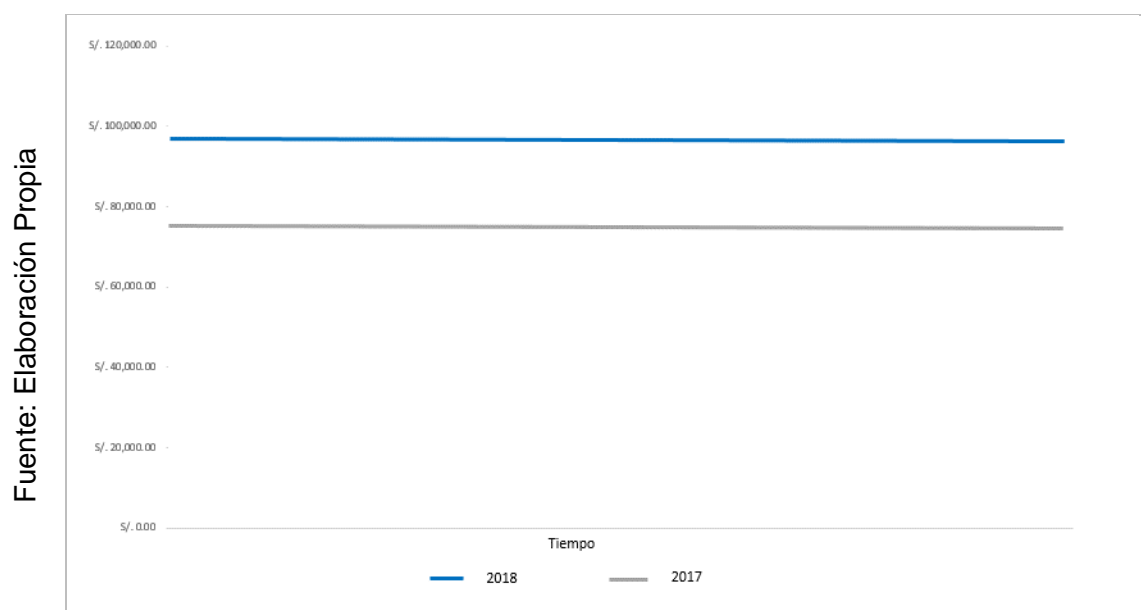
**Tabla N° 26: Costos Presupuestados**

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL				
ID	AÑO	COSTO MC	COSTO MP	COSTO ANUAL
1	2017	S/. 43,682.00	S/. 36,179.00	S/. 79,861.00
2	2018	S/. 42,810.00	S/. 51,312.00	S/. 94,122.00

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° 26 muestra un comparativo del total de costos anuales con lo que respecta al mantenimiento de la maquinaria en la empresa MCEISA, como se muestra este año el costo para este año tuvo una mayor visión de costos.

**Figura N° 50**



Costos Presupuestados

La Figura N° 49 muestra, en un gráfico de líneas, la comparativa de costo y la inversión de los mantenimientos establecidos.

### **Análisis Costo Beneficio**

El análisis costo beneficio muestra el costo de la visión del mantenimiento para este año y la inversión incurrida, así mismo, este año:

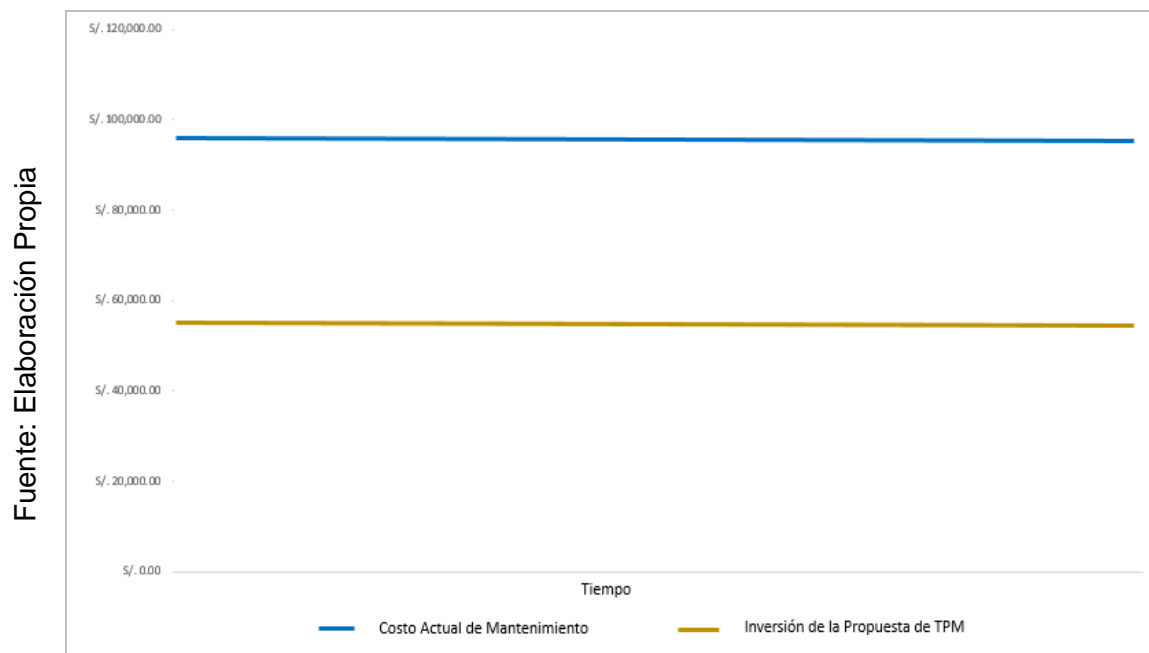
**Tabla N° 27: Análisis Costo Beneficio**

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	
DESCRIPCIÓN	COSTO ANUAL
Costo Actual de Mantenimiento	S/. 94,122.00
Inversión de la Propuesta de TPM	S/. 61,732.00
Ahorro Anual	S/. 32,390.00

Fuente: Elaboración Propia

El margen de contribución es la manera más útil y simple de relacionar los aportes que se mejoraron, en este caso ya se tenía previsto un costo de S/. 94,122 y la inversión de la propuesta del TPM fue de S/. 61,732, por lo que se obtiene un ahorro anual para este año de S/. 32,399 que se planea utilizar para el 2019, al implementarse el mantenimiento productivo con el análisis de aceite.

**Figura N° 51**



**Análisis Costo Beneficio**

La Figura N° 51 muestra, en un gráfico de líneas, la comparativa de costo y la inversión de los mantenimientos establecidos.

### **III. RESULTADOS**

## Análisis Descriptivo

La presente tesis compete a la comparativa del PreTest y PosTest conforme a la propuesta implementada.

### Resumen del Procesamiento de casos: Productividad

El resumen de estos casos representa la cantidad de los datos administrados en el SPSS y el porcentaje de evaluación con respecto al indicador de productividad:

**Tabla N° 28: Resumen de procesamiento de casos - Productividad**

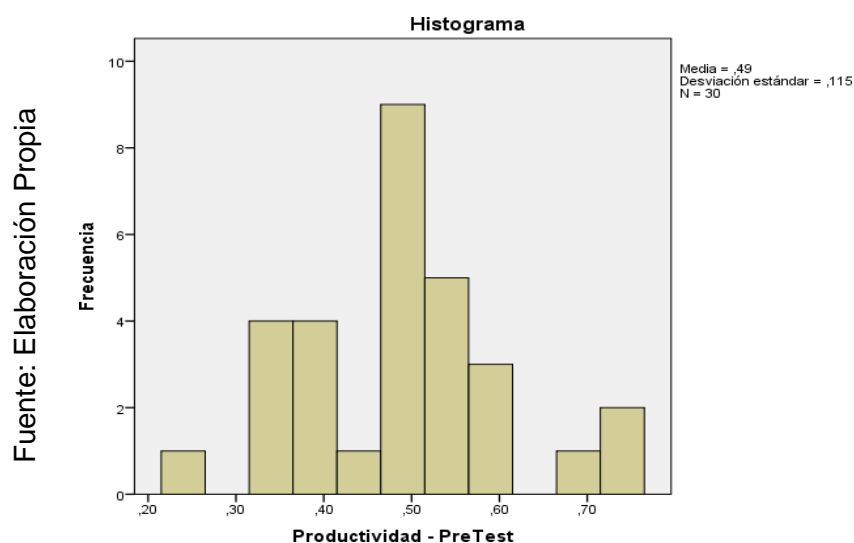
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Productividad - PreTest	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%
Productividad - PosTest	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

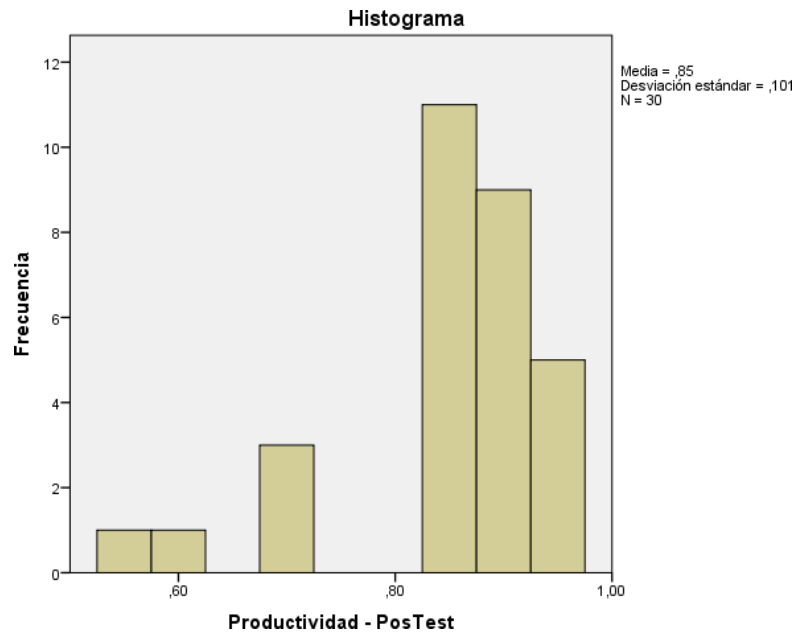
Fuente: Elaboración Propia

### Comparativa de Datos: Indicador de Productividad

Se representa con los histogramas obtenidos de los datos procesados para el análisis de productividad:

**Figura N° 53**





Histogramas - Indicador de Productividad

• **Interpretación:**

- El histograma representa a frecuencia de los valores procesados, mediante un gráfico de barras, con un total de 30 datos evaluados, para el PreTest y PosTest.
- La media o el promedio de la tendencia central de los datos toma un valor de 0.49, para el PreTest, y de 0.85, para el PosTest.

## Resumen del Procesamiento de casos: Eficacia

El resumen de este casos representa la cantidad de datos administrados en el SPSS y el porcentaje de evaluación con respecto al indicador de eficacia:

**Tabla N° 29: Resumen de procesamiento de casos - Eficacia**

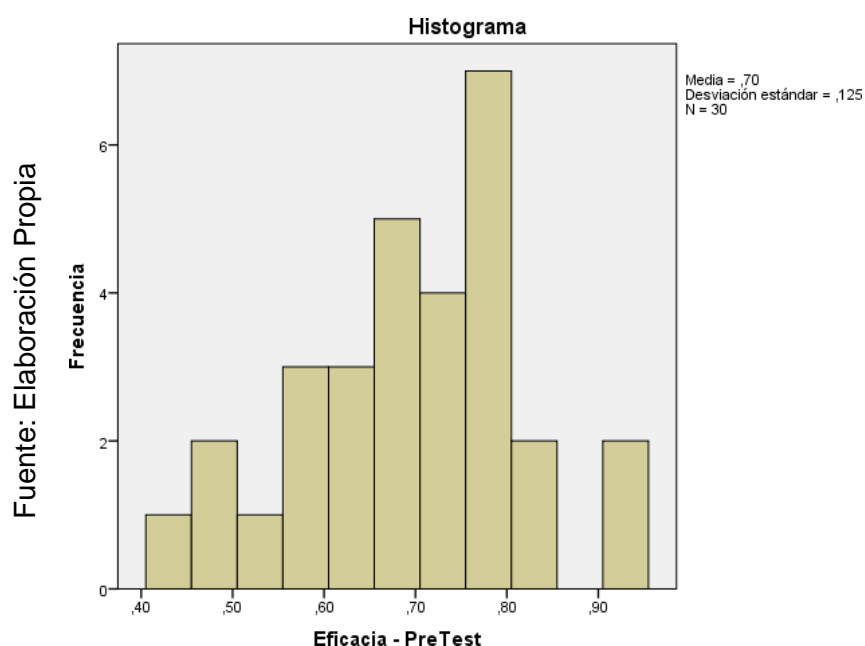
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficacia - PreTest	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%
Eficacia - PostTest	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

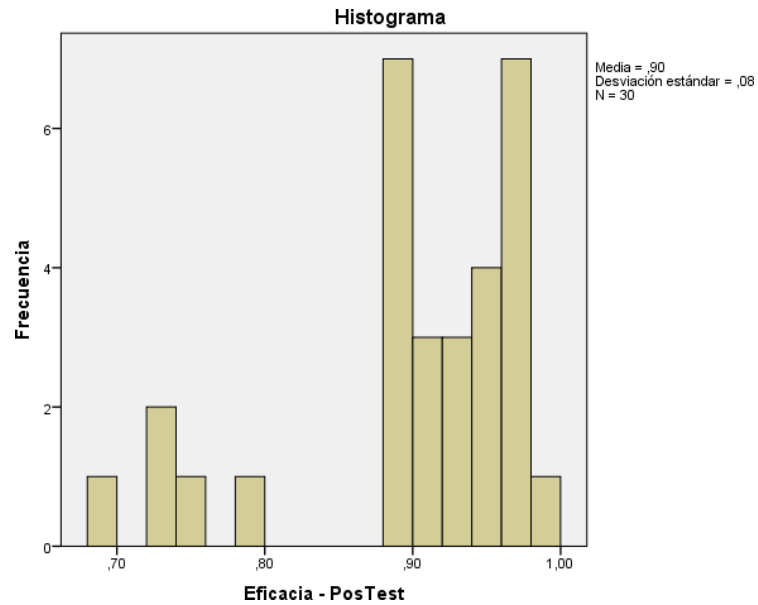
Fuente: Elaboración Propia

## Comparativa de Datos: Indicador de Eficacia

La Comparativa de Datos se representa con los histogramas obtenidos de los datos procesados para el análisis de eficacia:

**Figura N° 55**





Histogramas - Indicador de Productividad

• **Interpretación:**

- El histograma representa a frecuencia de los valores procesados, mediante un gráfico de barras, con un total de 30 datos evaluados, para el PreTest y PosTest.
- La media o el promedio de la tendencia central de los datos toma un valor de 0.70, para el PreTest, y de 0.90, para el PosTest.

## Resumen del Procesamiento de casos: Eficiencia

El resumen del procesamiento de casos representa la cantidad de datos procesados en el SPSS y el porcentaje de evaluación con respecto al indicador de eficiencia:

**Tabla N° 30: Resumen de procesamiento de casos - Eficiencia**

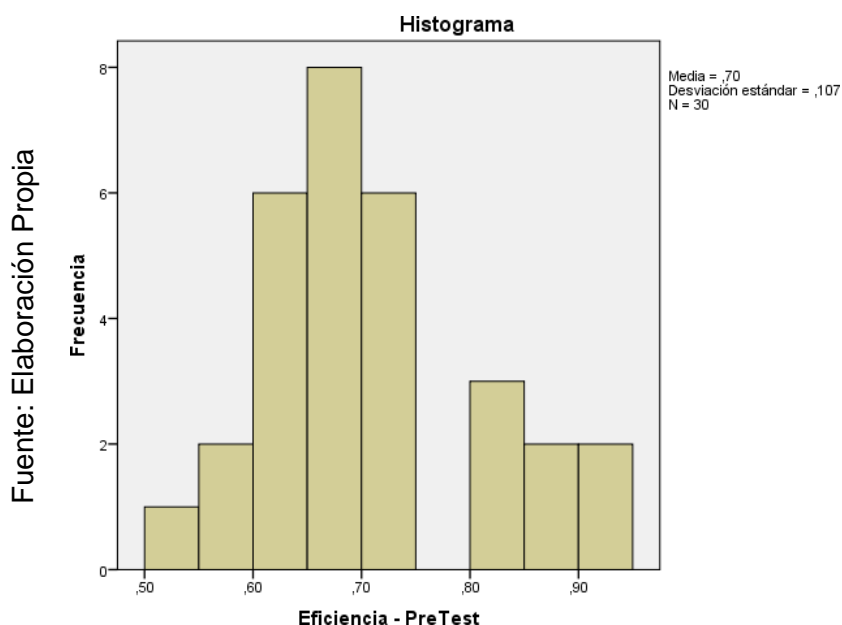
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficiencia - PreTest	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%
Eficiencia - PosTest	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Fuente: Elaboración Propia

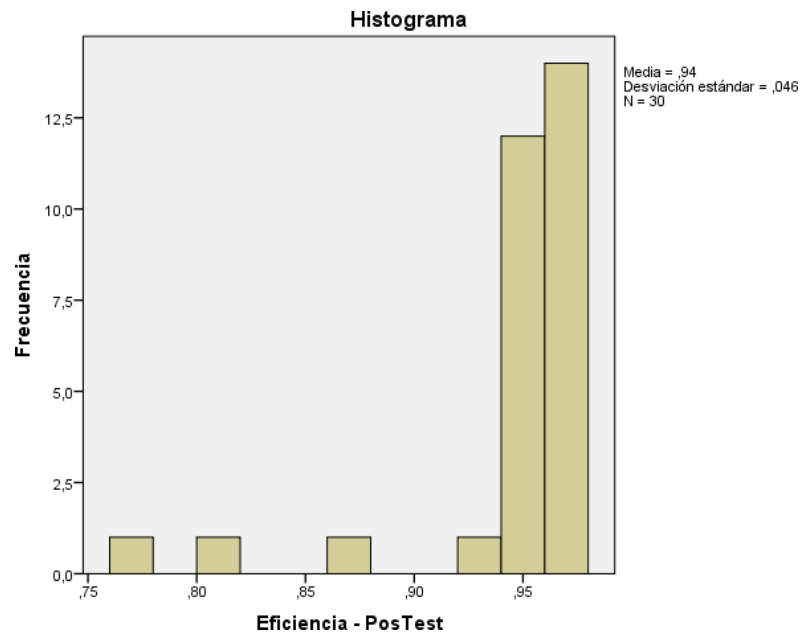
## Comparativa de Datos: Indicador de Productividad

La Comparativa de Datos se representa con los histogramas obtenidos de los datos procesados para el análisis de productividad:

**Figura N° 57**







Histogramas - Indicador de Productividad

• **Interpretación:**

- El histograma representa a frecuencia de los valores procesados, mediante un gráfico de barras, con un total de 30 datos evaluados, para el PreTest y PosTest.
- La media o el promedio de la tendencia central de los datos toma un valor de 0.70, para el PreTest, y de 0.90, para el PosTest.

## **Análisis Inferencial**

El análisis inferencial de la presente tesis compete al contraste de hipótesis planteadas mediante estadígrafos de comparación de medias.

### **Análisis de la Hipótesis General: Productividad**

Con respecto al contraste de la hipótesis general, del indicador de productividad, se realizó, primeramente, el análisis del proceder de los valores para determinar si estos son paramétricos o no paramétricos, ello mediante la prueba de normalidad con el estadígrafo de Kolmogorov-Smirnov.

#### **Regla de decisión**

- Si  $p_{\text{valor}} \leq 0.05$  conducta no paramétrico
- Si  $p_{\text{valor}} > 0.05$  conducta paramétrico

**Tabla N° 31: Prueba de Normalidad - Indicador de Productividad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad - PreTest	,121	30	,200 <sup>*</sup>
Productividad - PosTest	,307	30	,000

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia

#### **• Interpretación:**

La prueba de normalidad del indicador de productividad, muestra una significancia (Sig.) mayor a 0.05 para el PreTest, y menor a 0.05 para el PosTest; por consiguiente y, según indica la regla de decisión descrita, el comportamiento de los datos es paramétrico y no paramétrico, tanto para el PreTest como para el PosTest, respectivamente; por ende se procede al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

### **Contrastación de la Hipótesis General: Productividad**

- **Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** La Aplicación del Mantenimiento Productivo Total no mejora la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lurigancho, 2018.
- **Hipótesis Alternativa ( $H_a$ ):** La Aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lurigancho, 2018.

• **Regla de Decisión:**

- $H_0: \mu_a \geq \mu_d$
- $H_a: \mu_a < \mu_d$

**Tabla Nº 32: Estadístico Descriptivo de la Productividad con Wilcoxon**

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Productividad - PreTest	30	,4870	,11472	,24	,73
Productividad - PosTest	30	,8483	,10134	,55	,95

Fuente: Elaboración Propia

• **Interpretación:**

La media de la productividad del PosTest es mayor a la productividad del PreTest; por ende se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis de investigación, la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lurigancho, 2018.

**Estadísticos de Prueba: Productividad**

• **Regla de Decisión:**

- Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se refuta la hipótesis nula.
- Si  $p_{valor} > 0.05$ , se admite la hipótesis nula.

**Tabla N° 33: Estadísticos de Prueba - Productividad**

	Productividad - PostTest - Productividad - PreTest
Z	-4,557 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración Propia

• **Interpretación:**

La significancia de la prueba de Wilcoxon refleja un valor de 0.000; por consiguiente, y de acuerdo a la regla de decisión, previamente descrita, se repele la hipótesis nula, a favor de la hipótesis de investigación, aceptando que la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lurigancho, 2018.

**Análisis de la Hipótesis Específica N° 01: Eficacia**

Con respecto al contraste de la hipótesis específica N° 01, del indicador de eficacia, se realizó, primeramente, el análisis de la conducta de los valores para establecer si estos son paramétricos o no paramétricos, ello mediante la prueba de normalidad con el estadígrafo de Kolmogorov-Smirnov.

• **Regla de decisión**

- Si  $p_{valor} \leq 0.05$  conducta no paramétrico
- Si  $p_{valor} > 0.05$  conducta paramétrico

**Tabla N° 34: Prueba de Normalidad - Eficacia**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia - PreTest	,092	30	,200*
Eficacia - PosTest	,253	30	,000

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia

La prueba de normalidad del indicador de eficacia, muestra una significancia (Sig.) mayor a 0.05 para el PreTest, y menor a 0.05 para el PosTest; por consiguiente y, según indica la regla de decisión descrita, el comportamiento de los datos es paramétrico y no paramétrico, tanto para el PreTest como para el PosTest, respectivamente; por ende se procede al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

#### **Contrastación de la Hipótesis Específica N° 01: Eficacia**

- **Hipótesis Nula ( $H_{10}$ ):** La Aplicación del Mantenimiento Productivo Total no mejora la eficacia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lurigancho, 2018.
- **Hipótesis Alternativa ( $H_{1a}$ ):** La Aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficacia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lurigancho, 2018.

#### **• Regla de Decisión:**

- $H_0: \mu_a \geq \mu_d$
- $H_a: \mu_a < \mu_d$

**Tabla N° 35: Estadístico Descriptivo de la Eficacia con Wilcoxon**

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Eficacia - PreTest	30	,6953	,12533	,43	,95
Eficacia - PosTest	30	,8963	,08045	,69	,98

Fuente: Elaboración Propia

• **Interpretación:**

La media de la eficacia del PosTest es mayor a la eficacia del PreTest; por ende se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis de investigación, la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficacia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lurigancho, 2018.

**Estadísticos de Prueba: Eficacia**

• **Regla de Decisión:**

- Si  $p_{\text{valor}} \leq 0.05$ , se refuta la hipótesis nula.
- Si  $p_{\text{valor}} > 0.05$ , se admite la hipótesis nula.

**Tabla Nº 36: Estadísticos de Prueba - Productividad**

	Eficacia - PosTest - Eficacia - PreTest
Z	-4,229 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración Propia

• **Interpretación:**

La significancia de la prueba de Wilcoxon refleja un valor de 0.000; por consiguiente, y de acuerdo a la regla de decisión, anteriormente descrita, se rechaza la hipótesis nula, a favor de la hipótesis de investigación, aceptando que la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficacia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lurigancho, 2018.

**Análisis de la Hipótesis Específica Nº 02: Eficiencia**

Con respecto al contraste de la hipótesis específica Nº 02, del indicador de eficiencia, se realizó, primeramente, el análisis del comportamiento de los valores

para determinar si estos son paramétricos o no paramétricos, ello mediante la prueba de normalidad con el estadígrafo de Kolmogorov-Smirnov.

• **Regla de decisión**

- Si  $p_{\text{valor}} \leq 0.05$  conducta no paramétrico
- Si  $p_{\text{valor}} > 0.05$  conducta paramétrico

**Tabla N° 37: Prueba de Normalidad - Eficacia**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia - PreTest	,177	30	,017
Eficiencia - PosTest	,358	30	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia

La prueba de normalidad del indicador de eficacia, muestra una significancia (Sig.) mayor a 0.05 para el PreTest, y menor a 0.05 para el PosTest; por consiguiente y, según indica la regla de decisión descrita, el comportamiento de los datos es paramétrico y no paramétrico, tanto para el PreTest como para el PosTest, respectivamente; por ende se procede al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

**Contrastación de la Hipótesis Específica N° 02: Eficiencia**

- **Hipótesis Nula ( $H_{20}$ ):** La Aplicación del Mantenimiento Productivo Total no mejora la eficiencia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lurigancho, 2018.
- **Hipótesis Alternativa ( $H_{2a}$ ):** La Aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficiencia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lurigancho, 2018.

• **Regla de Decisión:**

- $H_0: \mu_a \geq \mu_d$
- $H_a: \mu_a < \mu_d$

**Tabla Nº 38: Estadístico Descriptivo de la Eficiencia con Wilcoxon**

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Eficiencia - PreTest	30	,6993	,10674	,53	,93
Eficiencia - PosTest	30	,9410	,04551	,77	,97

Fuente: Elaboración Propia

• **Interpretación:**

La media de la eficiencia del PosTest es mayor a la eficiencia del PreTest; por ende se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis de investigación, la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficiencia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lurigancho, 2018.

**Estadísticos de Prueba: Eficiencia**

• **Regla de Decisión:**

- Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se refuta la hipótesis nula.
- Si  $p_{valor} > 0.05$ , se admite la hipótesis nula.

**Tabla Nº 39: Estadísticos de Prueba - Eficiencia**

	Eficiencia - PosTest - Eficiencia - PreTest
Z	-4,681 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Fuente: Elaboración Propia

• **Interpretación:**

La significancia de la prueba de Wilcoxon refleja un valor de 0.000; por consiguiente, y de acuerdo a la regla de decisión, anteriormente descrita, se



rechaza la hipótesis nula, a favor de la hipótesis de investigación, aceptando que la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficiencia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lurigancho, 2018.

## **IV. DISCUSIÓN**

Como se puede distinguir de la Figura N° 53, queda evidenciado que la aplicación del TPM mejora la productividad en el área de extracción de minerales de la empresa MCEISA, dado que se incrementó en un 36%, ello como resultado de la implementación del TPM. Este resultado es similar al encontrado por Velásquez *et al.* (2017), que en su investigación, que forma parte de trabajos previos de la presente tesis, estableció que gracias a la implementación del TPM, se pudo aumentar la productividad de un 72% a un 89% para la fábrica de gaseosas Salvavidas S.A. (p. 110). Todo lo resaltado en este apartado, concuerda, también, con lo dicho por Gonzales *et al.* (2017), quien afirma que la productividad se pueden acrecentar mediante la implementación del TPM, dado que integra diferentes acciones por medio de la eliminación de pérdidas y constituye la perfección de las operaciones con un metodología específica y basada en sistemas productivos (pp. 10-12).

Prosiguiendo, y tal como se puede visualizar en la Figura N° 55, queda evidenciado que la eficacia del área de extracción de minerales de la empresa MCEISA, se ha incrementado en un 20%, ello como resultado de la implementación del TPM. Este resultado es similar al encontrado por Mansilla *et al.* (2015), que en su investigación, que manera parte de trabajos previos de la presente tesis, argumento que gracias a la implementación del TPM, se pudo mejorar la eficacia en un 14% dentro de una industria nacional de Chile (pág. 102). Todo lo mencionado en este apartado, concuerda, también, con el punto de vista de Cuatrecasas *et al.* (2015), quien menciona que el TPM es base para evidenciar una mejora continua unificando el mantenimiento correctivo, preventivo y productivo o predictivo dando un nuevo enfoque a la eficacia y al desarrollo de distintas etapas que sirven de base para otras herramientas de la metodología Lean Manufacturing (pp. 41-45).

Por último, y como podemos visualizar de la Figura N° 57, queda argumentado que la eficiencia del área de extracción de minerales de la empresa MCEISA, creció en un 24%, ello como deducción de la implementación del TPM. Este resultado es similar al encontrado por Silva *et al.* (2015), que en su investigación, que forma parte de los trabajos previos de la presente tesis, determinó que

gracias a la implementación del TPM, se pudo aumentar la eficiencia en un 12% dentro de la fábrica de Aceros Arequipa (pág. 85). Todo lo distinguido en este apartado, concuerda, también, con lo mencionado por Rey *et al.* (2015), quien señala que el TPM garantiza el aumento de la eficiencia dado que, no se enfoca en maquinarias y equipos, sino también en la organización en general, bajo una filosofía de cero fallos, incidencias, y defectos reduciendo del mismo modo costes y stocks (p. 54).

## **V. CONCLUSIONES**

Al examinar, por primera vez, el área de extracción de minerales de la empresa MCEISA, se estableció un indicador de productividad de 49%, al aplicar el TPM se aportó a la productividad de la empresa, de modo que los despilfarros y las fallas ya no formaban parte del avance productivo elevando la disponibilidad; y así la productividad en un 36%; lo que, realmente, nos da un indicador de productividad actual del 85%, para un mayor detalle ver la Tabla N° 31.

Se estableció, en el área de extracción de minerales de MCEISA, una eficacia inicial del 70%, al aplicar el TPM con base en el buen entendimiento del proceso del mantenimiento correcto y preventivo y su mayor difusión para su estandarización, lo que desarrolló el desarrollar una cultura de orden y limpieza en cada equipo y maquinaria que contribuye día con día a la ejecución de cada actividad dentro del área de extracción de minerales; y aumentando así en un 20% la eficacia, lo que, actualmente, nos da un eficacia actual del 90%, para un mayor detalle ver la Tabla N° 34.

En el inicio de la etapa de desarrollo, el área de extracción de minerales, MCEISA tenía una eficiencia del 70%, al aplicar el TPM de la mano con el mantenimiento predictivo o productivo para una mejora continua pronta y basada en el análisis de aceites debido a la maquinaria analizada, permitió incrementar en un 24% la eficiencia, lo que, actualmente, nos da un indicador de eficiencia actual del 95%, para un mayor visualización ver la Tabla N° 37.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda propalar, aún más, los manuales, formatos y progresos logrados hasta la actualidad, ya se ha con reuniones, capacitaciones, o afiches que se puedan colocar en el área de extracción de minerales y en toda la empresa, ello con el fin de poder mejorar aún más los conocimientos de los trabajados en la empresa, y en la área de investigación evaluada.

Alusivo a los diferentes tipo de mantenimiento aplicados, se sugiere que se analicen las actividades detalladas en cada cronograma de mantenimiento, evaluando las operaciones externas o internas, y así mismos los factores que podrían afectarlas o afectar a los empleados; ello, de acuerdo, a los formatos y manuales diseñados, para la identificación del correcto proceso y análisis de la maquinaria tomando en cuenta el historial evaluado hasta el momento y la posibilidad de ocurrencia en cada una.

Por último, se recomienda realizar capacitaciones, aún más a los empleados para que realicen, apropiadamente, la identificación de averías y fallas a tiempo, ya que esto aportara a un elevado conocimiento del empleado, de manera que sus aportes o sugerencias de mantenimiento sean consideradas por la gerencia, y por ende en las próximas revisiones que se realicen o próximas compras de repuestos, permitiendo a la empresa lograr sus objetivos y por ende aumento de la eficiencia dentro de la misma.



## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ACUÑA Raga, Esteban. El Mantenimiento Productivo Total y la importancia del Recurso Humano para su exitosa Implementación. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Bogotá: Pontifica Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería, 2014.

AMEZCUA, Cesáreo y JIMÉNEZ, Antonio. Evaluación de programas sociales mineros. Madrid: Díaz de Santos, 2013, pp. 56-63  
ISBN: 8478792412

ANAYA, Julio. Logística integral: la gestión operativa de la empresa. Madrid: Esic Editorial, 2013, pp. 69-82  
ISBN: 9788473564892

ARBULO, Patxi. La gestión de costes en lean manufacturing: cómo evaluar las mejoras en costes en un sistema lean. España: Gesbiblo, S.L., 2017, pp. 24-  
ISBN: 9788497452007

BERNAL, César. Metodología de la Investigación. 3.<sup>a</sup> ed. Colombia: Pearson Educación, 2010, p. 85.  
ISBN: 9789586991285

BCR: 2018 será el “año de la minería” en el Perú. SNMPE: El impulso de commodities.

MiningPress: Lima, Perú, 01 de marzo de 2018, p. 4.

CAVALCANTI Garay, Migdaliz. Adaptación de un Programa de Mantenimiento Productivo Total y aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de los equipos para una compañía minera. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2016.

CEGARRA, José. Los métodos de investigación. Madrid: Díaz de Santos, 2014, pp. 59-96.  
ISBN: 9788479786243

CUATRECASAS, Lluís y TORRELL, Francesca. TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva. Barcelona: Profit Editorial, 2015, pp. 29-32  
ISBN: 9788415330172

Foro Económico Mundial (World Economic Forum - WEF). Informe Global de Competitividad 2017-2018. Geneva: World Economic Forum, 2018, p. 55.  
ISBN: 9781944835118

GOMEZ, Félix. Tecnología del mantenimiento industrial. España: Universidad de Murcia, 2013, pp. 20-29  
ISBN: 8483710080

GONZALES, Francisco. Contratación avanzada del mantenimiento. Madrid: Díaz de Santos, 2017, p. 3  
ISBN: 9788490521373

KRUGMAN, Paul y WELLS, Robin. Macroeconomía: introducción a la Economía. México: Reverte S.A., 2012, pp. 6-7  
ISBN: 9788429126327

LOPEZ, Jorge. +Productividad. EE.UU: Palibro, 2015, p. 11.  
ISBN: 9781463374815

MADARIAGA, Francisco. Lean Manufacturing Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos. s.l.: Bubok Publishing S.L., 2013, pp. 45-63.  
ISBN: 9788468628141

MALDONADO Mondragon, Ana Karenina y YSIQUE Chávez, Sumner de Bari. Sistema de Mejora Continua basado en el Mantenimiento Productivo Total para reducir los desperdicios en el Área de Producción de la empresa Indoamericana S.A.C. - Lambayeque 2016. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, 2016.

MANSILLA Del Valle, Natalia leandra. Aplicación de la Metodología de TPM para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de goma de mascar en una Industria Nacional. Tesis (Título de Ingeniero Alimentario). Chile: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, 2015.

NEMUR, Lisa. Productividad: Consejos y Atajos de Productividad para Personas Ocupadas. España: Babelcube, 2015, p.8  
ISBN: 8487037109

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). Compendium of Productivity Indicators 2016. Paris: OECD Publishing, 2016, pp. 15-17.  
ISBN: 9789264229570

RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José. Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad. Madrid: Díaz de Santos, 2010, pp. 1-  
ISBN: 9788479789671

RODRIGUEZ, Carlos. El nuevo escenario: la cultura de calidad y productividad en las empresas. México: Instituto Tecnológico y de Estudios, 2016, p. 23  
ISBN: 9686101284

ROJAS, Anggela y GISBERT, Víctor. Lean Manufacturing: Herramienta para mejorar la productividad en las empresas. España: 3C empresa, 2017, pp. 35-45  
ISSN: 22543376

ROJAS Rangel, María Fernanda. Implementación de los pilares TPM (Mantenimiento Total Productivo) de mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo en la planta de producción Ofixpres S.A.S. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Floridablanca: Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, Facultad de Ingeniería Industrial, 2015.

REY, Francisco. Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo. España: Fundación Confemetal, 2015, pp.59-61  
ISBN: 8495428490

SALINAS Manrique, Emiliana Vanesa. Aplicación Del Total Productive Maintenance para la mejora de la productividad en el Área de Mantenimiento, en la empresa Compañía Peruana de Ascensores S.A. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, 2017.

SERVICIO Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial. Mejora de Métodos de Trabajo. Lima: Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial, 2016, pp. 18-26

SILVA Burga, Jorge Enrique. Implantación del TPM en la zona de enderezadoras de Aceros Arequipa. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2015.

SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias de proceso. España: Sochi Kogyono, 2014, pp. 42-47  
ISBN: 8487022189

TAMAYO, Mario. El Proceso de la Investigación científica. México: Editorial Limusa S.A., 2013, pp. 55-60.  
ISBN: 9581333027742

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Lima: San Marcos, 2015, p.135-256.  
ISBN: 9786123028787

VELÁSQUEZ Estrada, María Alejandra. Propuesta para la implementación de un Sistema de Mantenimiento Productivo Total para eficientizar las Operaciones del Proceso Productivo en la línea de producción de bebidas carbonatadas en la

fábrica de gaseosas Salvavidas S.A. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2017.

VILLENA Andia, Ali Omar. Propuesta de Implementación de un Plan De Mantenimiento de equipos bajo las técnicas del TPM en una Empresa Constructora. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2017.

YUNI, José y Urbano, Claudio. Técnicas para investigar y formular proyectos de investigación. Argentina: Brujas, 2014, pp. 141-215.

ISBN: 9875910201

ZAPATA García, Andrés. Propuestas de mejora bajo la filosofía TPM para la empresa Cummins de los Andes S.A. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Antioquía: Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de Ingeniería, 2015.

## **VIII. ANEXOS**

### Anexo N° 01: Matriz de Consistencia o Coherencia

MATRIZ DE COHERENCIA		
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS
Principal	General	General
¿Cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018?	Determinar cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018	La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018
Secundarios	Específicos	Específicas
¿Cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficiencia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018?	Determinar cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficiencia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018	La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficiencia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018
¿Cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficacia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018?	Determinar cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficacia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018	La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficacia del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., 2018

Fuente: Elaboración Propia



## Anexo N° 02: Matriz de Operacionalización de las Variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>INDEPENDIENTE:</b> Mantenimiento Productivo Total (TPM)	Según Rey, Francisco (2015, pp.59-61), el Mantenimiento Productivo Total o Global es el conjunto de disposiciones técnicas, medios y acciones que garantizan que las máquinas, equipos y la organización, en general, conformen una línea de producción con cero fallos, incidencias y defectos para mejorar la productividad de un proceso productivo, y permitiendo, del mismo modo, reducir costes y stocks intermedios y finales.	Es un enfoque sobre la gestión de mantenimiento de la maquinaria y equipos, ello mediante la aplicación de estudios de rendimiento y recolección de tendencias recientes, que son incorporadas a todos los colaboradores de una empresa, los cuales asumen el reto de cero fallas.	Disponibilidad	$\frac{T \text{ Disponible de la maquinaria}}{T \text{ Planificado de la maquinaria}}$	Razón
			Rendimiento	$\frac{T \text{ Funcionamiento Neto de la maquinaria}}{T \text{ Disponible de la maquinaria}}$	Razón
			Calidad	$\frac{T \text{ Efectivo de la maquinaria}}{T \text{ Funcionamiento Neto de la maquinaria}}$	Razón
<b>DEPENDIENTE:</b> Productividad	Según López, Jorge (2013) la productividad es la forma más eficiente para generar recursos midiéndolos en dinero, determinando así su rentabilidad y competitividad frente a otras empresas, dado que en el mundo global no todos tienen la misma productividad como naciones o entre empresas e individuos (p. 11).	La productividad es el producto de la eficacia y la eficiencia, es decir la manera más eficiente para generar recursos o bienes y servicios, que se traducen en mayores ganancias para cualquier empresa y en muchas en su mayor prioridad.	Eficiencia	$\frac{\text{Tiempo Total de Avance}}{\text{Tiempo Planificado}}$	Razón
			Eficacia	$\frac{\text{Avance Real}}{\text{Avance Planificado}}$	Razón

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo N° 03: Carta de Presentación a la Empresa MCEISA

#### CARTA DE PRESENTACIÓN

Ing. Pascual Martínez Rosales

Sub Gerente General de Martínez Contratista e Ingeniería S.A.

Es muy grato dirigirme a usted, para expresarte mi cordial saludo que mediante el presente documento expresar lo siguiente.

Yo Josué Rober Chagua Echenique identificada con DNI N° 48348930, alumno de la Escuela Académico Profesional Ingeniería de Industrial del IX Ciclo de la Universidad Cesar Vallejo; vengo realizando el desarrollo de la investigación de pre-grado titulado " Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lurigancho, 2018" en la organización con la debida documentación.

Dicha investigación será desarrollada durante el Semestre Académico 2018-I, del noveno ciclo de la facultad de ingeniería.

Lima, 16 de abril del 2018



Fuente: Elaboración Propia

## **Anexo N° 04: Primera entrevista para determinar la problemática de la Empresa MCEISA**

### **ENTREVISTA PARA DETERMINAR LA PROBLEMÁTICA EN EL ÁREA DE EXTRACCIÓN DE LA EMPRESA MARTÍNEZ CONTRATISTA E INGENIERÍA S.A.**

<b>ENTREVISTADO (A)</b>	Ing. Pascual Martínez Rosales
<b>CARGO</b>	Sub Gerente General
<b>FECHA</b>	18-04-2018 11:00 am
<b>ENTREVISTADORA</b>	Josue Rober Chagua Echenique

#### **1. ¿De qué manera Martínez Contratista e Ingeniería S.A. brinda sus servicios a los clientes?**

La empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A. (MCEISA) es una empresa especializada que presta servicios a la industria minera y construcción civil, con altos estándares en la gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo de sus colaboradores, cuidando el Medio Ambiente, cumpliendo con estándares de Calidad y generando rentabilidad a sus accionistas.

#### **2. ¿Cómo se realiza el proceso de extracción de minerales?**

La minería de superficie es justo lo que suena, la extracción de los minerales que se encuentran cerca de la superficie de la tierra. Una mina a cielo abierto es un gran agujero en forma de cuenco en la superficie de la tierra. Se usa cuando el mineral se encuentra en una zona amplia, pero no a mucha profundidad en el suelo.

Para hacer este tipo de minería se abre un gran pozo mediante el uso de máquinas. Luego se usan explosivos para romper el depósito de mineral y extraerlo de la Tierra para posteriormente sea refinado.

#### **3. ¿Existen problemas respecto a la maquinaria que interviene en este proceso?**

El problema principal que se nos ha presentado justo es en este punto dado que hay paradas constantes de la maquinaria y equipos, por la falta de mantenimiento, un uso desmedido de la de las mismas por el continuo trabajo y clientes, malos manejos dado que no hay una supervisión adecuada de los

procesos que se vienen realizando, y averías constantes de la maquinaria y equipos, dado que estos están expuestos a suciedad y polvo constante.

**4. ¿Existen problemas respecto a los materiales que interviene en este proceso?**

Otro de nuestros problemas frecuentes son con los materiales sobre todo con los repuestos obsoletos, con los que cuenta la empresa, las reparaciones incompletas, materiales en mal estado y el material inservible o discontinuado.

**5. ¿Existen problemas respecto al método de trabajo que utilizan en este proceso?**

Los problemas respecto al método de trabajo abarcan procedimientos de mantenimiento inexistentes, dado la falta de mantenimiento, control inexistente de los repuestos, por la falta de un stock de los mismos, la ausencia de programas de mantenimiento, por el poco conocimiento sobre mantenimiento, y la inexistencia de manuales para el uso de la maquinaria y equipos, por la uso de la maquinaria solo por experiencia.

**6. ¿Existen problemas respecto a la medición que utilizan en este proceso?**

Los problemas respecto a la medición abarcan herramientas de mantenimiento inexistentes, por la falta de mantenimiento, un plan de mantenimiento inexistente, por el poco conocimiento sobre mantenimiento, un mantenimiento autónomo deficiente, por la falta de una buena detección inicial de las fallas, y la detección tardía de las paradas y averías por la falta de atención sobre la maquinaria y equipos.

**7. ¿Existen problemas respecto a la mano de obra que interviene en este proceso?**

Los problemas respecto a la mano de obra abarcan personal con poca experiencia, sobrecarga laboral, fatiga del personal y persona desmotivado.

**8. ¿Existen problemas respecto al medio ambiente en este proceso?**

Los problemas respecto al medio ambiente abarcan condiciones de trabajo no muy buenas, por la falta de cultura de limpieza, suciedad visible por toda el área,

por la falta de cultura de suciedad, preocupación por el ambiente de trabajo, por la infraestructura dañada en el área de producción, y un desorden visible por todo el área, por la falta de cultura de orden.

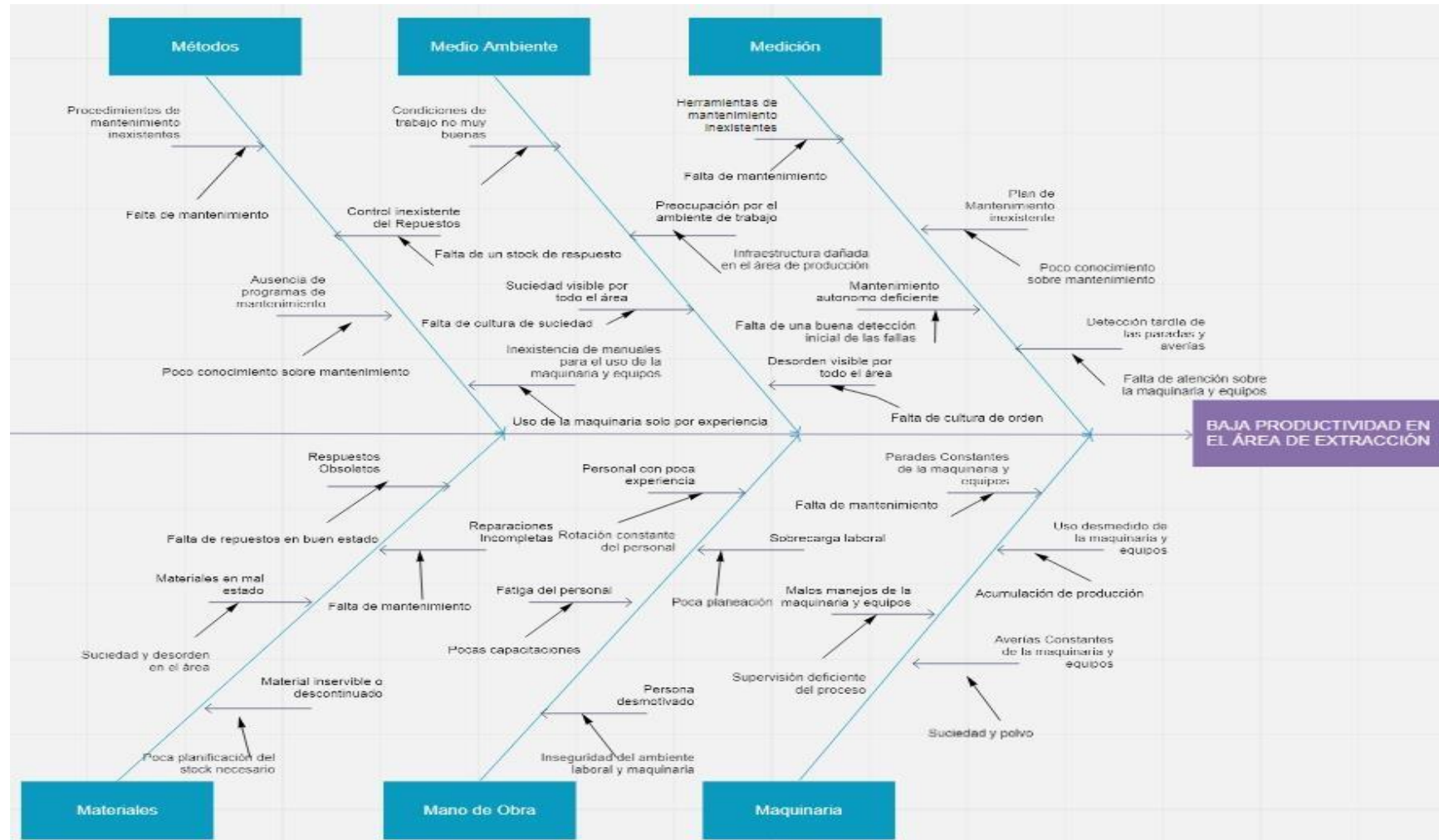
**9. ¿Considera interesante la propuesta de desarrollar alguna herramienta industrial en este proceso de fabricación?**

Se consideró implementar un Mantenimiento Productivo Total en la empresa dado que, el TPM mejora la calidad, dado que cuenta con equipos que funcionen al 100%, nos asegurará la disminución de productos con defectos y por ende la completa satisfacción de nuestros clientes; mejora la productividad, dada la relación al tiempo disponible; tendremos mejores resultados, se realizarán procesos de forma organizada y obtendremos resultados efectivos. Ofrece una producción continua, al realizar los procedimientos de manera continua, bajo determinada organización, evitará retrasos y nos beneficiará en la rentabilidad de nuestra empresa. Mejora el capital humano, dado que al implementarlo nos permitirá aprovechar al máximo el rendimiento de nuestro equipo de trabajo, ya que podrán llevar a cabo, de manera eficiente, cada una de las tareas asignadas, apoyándose en todo momento de sus aptitudes y la disponibilidad del tiempo. Además, que principalmente nos permite la reducción de gastos en mantenimiento correctivo: se evitan imprevistos como descomposturas y retrasos, asimismo se reduce el rubro de compras de último momento.



Fuente: Elaboración Propia

## Anexo Nº 05: Representación Gráfica de la Problemática de la empresa MCEISA



Fuente: Elaboración Propia

**Anexo N° 06: Modelo de la Entrevista aplicada al personal de la empresa  
MCEISA**

ENCUESTA						
Estimado participante, por favor, evalúe las siguientes preguntas tomando en consideración, una						
PREGUNTAS		1	2	3	4	5
1	¿Le parece crítico los problemas de Procedimientos de mantenimiento inexistentes producidos por Falta de mantenimiento?					
2	¿Le parece crítico los problemas de Control inexistente del Repuestos producidos por Falta de un stock de respuesta?					
3	¿Le parece crítico los problemas de Ausencia de programas de mantenimiento producidos por Poco conocimiento sobre mantenimiento?					
4	¿Le parece crítico los problemas de Inexistencia de manuales para el uso de la maquinaria y equipos producidos por Uso de la maquinaria solo por experiencia?					
5	¿Le parece crítico los problemas de Condiciones de trabajo no muy buenas producidos por Falta de cultura de limpieza?					
6	¿Le parece crítico los problemas de Suciedad visible por todo el área producidos por Falta de cultura de suciedad?					
7	¿Le parece crítico los problemas de Preocupación por el ambiente de trabajo producidos por Infraestructura dañada en el área de producción?					
8	¿Le parece crítico los problemas de Desorden visible por todo el área producidos por Falta de cultura de orden?					
9	¿Le parece crítico los problemas de Herramientas de mantenimiento inexistentes producidos por Falta de mantenimiento?					
10	¿Le parece crítico los problemas de Plan de Mantenimiento inexistente producidos por Poco conocimiento sobre mantenimiento?					
11	¿Le parece crítico los problemas de Mantenimiento autónomo deficiente producidos por Falta de una buena detección inicial de las fallas?					
12	¿Le parece crítico los problemas de Detección tardía de las paradas y averías producidos por Falta de atención sobre la maquinaria y equipos?					

13	¿Le parece critico los problemas de Respuestos Obsoletos producidos por Falta de repuestos en buen estado?					
14	¿Le parece critico los problemas de Reparaciones Incompletas producidos por Falta de mantenimiento?					
15	¿Le parece critico los problemas de Materiales en mal estado producidos por Suciedad y desorden en el área?					
16	¿Le parece critico los problemas de Material inservible o descontinuado producidos por Poca planificación del stock necesario?					
17	¿Le parece critico los problemas de Personal con poca experienci producidos por Rotación constante del personal?					
18	¿Le parece critico los problemas de Sobrecarga laboral producidos por Poca planeación?					
19	¿Le parece critico los problemas de Fatiga del personal producidos por Pocas capacitaciones?					
20	¿Le parece critico los problemas de Persona desmotivado producidos por Inseguridad del ambiente laboral y maquinaria?					
21	¿Le parece critico los problemas de Paradas Constantes de la maquinaria y equipos producidos por Falta de mantenimiento?					
22	¿Le parece critico los problemas de Uso desmedido de la maquinaria y equipos producidos por Acumulación de producción?					
23	¿Le parece critico los problemas de Malos manejos de la maquinaria y equipos producidos por Supervisión deficiente del proceso?					
24	¿Le parece critico los problemas de Averías Constantes de la maquinaria y equipos producidos por Suciedad y polvo?					

Fuente: Elaboración Propia



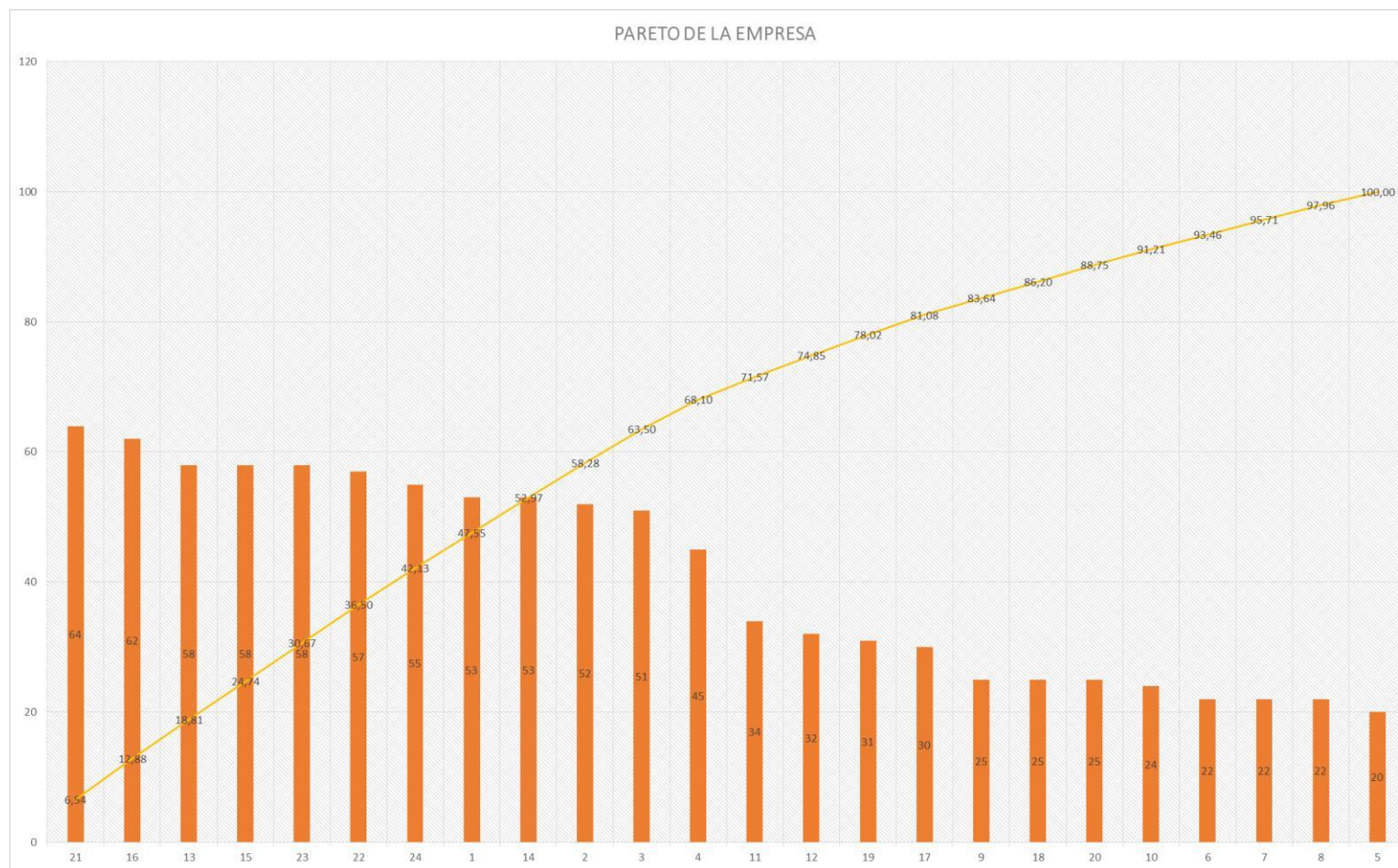
## Anexo N° 07: Resultados de la Encuesta aplicada al personal de la Empresa MCEISA

"M" DE ISHIKAWA	PREGUNTAS	TRABAJADORES														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Métodos 1	¿Le parece critico los problemas de Procedimientos de mantenimiento inexistentesproducidos por Falta de mantenimiento?	3	2	4	4	4	3	4	4	4	3	2	4	4	4	4
Métodos 2	¿Le parece critico los problemas de Control inexistente del Repuestosproducidos por Falta de un stock de repuesto?	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	4
Métodos 3	¿Le parece critico los problemas de Ausencia de programas de mantenimientoproducidos por Poco conocimiento sobre mantenimiento?	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	2	4	4
Métodos 4	¿Le parece critico los problemas de Inexistencia de manuales para el uso de la maquinaria y equiposproducidos por Uso de la maquinaria solo por experiencia?	4	4	2	2	2	2	2	4	3	4	2	3	4	3	4
Medio Ambiente 5	¿Le parece critico los problemas de Condiciones de trabajo no muy buenasproducidos por Falta de cultura de limpieza?	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	1
Medio Ambiente 6	¿Le parece critico los problemas de Suciedad visible por todo el áreaproducidos por Falta de cultura de suciedad?	2	2	2	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2
Medio Ambiente 7	¿Le parece critico los problemas de Preocupación por el ambiente de trabajoproducidos por Infraestructura dañada en el área de producción?	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	2	2	2	1	2
Medio Ambiente 8	¿Le parece critico los problemas de Desorden visible por todo el áreaproducidos por Falta de cultura de orden?	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2
Medición 9	¿Le parece critico los problemas de Herramientas de mantenimiento inexistentesproducidos por Falta de mantenimiento?	1	2	1	3	1	1	2	1	1	2	3	2	1	2	2
Medición 10	¿Le parece critico los problemas de Plan de Mantenimiento inexistenteproducidos por Poco conocimiento sobre mantenimiento?	3	1	2	2	1	3	1	1	2	1	1	2	1	2	1
Medición 11	¿Le parece critico los problemas de Mantenimiento autonomo deficienteproducidos por Falta de una buena detección inicial de las fallas?	3	3	1	1	3	3	3	1	2	3	2	1	2	3	3
Medición 12	¿Le parece critico los problemas de Detección tardía de las paradas y averíasproducidos por Falta de atención sobre la maquinaria y equipos?	3	3	2	1	1	3	3	2	3	3	2	1	1	1	3
Materiales 13	¿Le parece critico los problemas de Respuestos Obsoletosproducidos por Falta de repuestos en buen estado?	4	4	5	4	3	4	4	4	3	3	5	3	4	4	4

Material	14	¿Le parece critico los problemas de Reparaciones Incompletas producidos por Falta de mantenimiento?	4	3	3	3	5	4	4	3	3	4	3	3	3	5	3
Material	15	¿Le parece critico los problemas de Materiales en mal estado producidos por Suciedad y desorden en el área?	5	4	3	5	4	4	3	3	4	3	5	5	4	3	3
Material	16	¿Le parece critico los problemas de Material inservible o descontinuado producidos por Poca planificación del stock necesario?	4	4	5	5	4	4	3	5	3	4	5	4	4	4	4
Mano de Obra	17	¿Le parece critico los problemas de Personal con poca experienci producidos por Rotación constante del personal?	2	1	1	3	1	3	2	3	2	1	1	1	3	3	3
Mano de Obra	18	¿Le parece critico los problemas de Sobrecarga laboral producidos por Poca planeación?	1	1	3	3	2	2	1	2	1	1	1	2	2	1	2
Mano de Obra	19	¿Le parece critico los problemas de Fatiga del personal producidos por Pocas capacitaciones?	1	2	3	3	3	2	3	3	2	1	1	2	1	2	2
Mano de Obra	20	¿Le parece critico los problemas de Persona desmotivado producidos por Inseguridad del ambiente laboral y maquinaria?	1	2	2	2	1	1	2	3	1	2	2	2	1	1	2
Maquinaria	21	¿Le parece critico los problemas de Paradas Constantes de la maquinaria y equipos producidos por Falta de mantenimiento?	5	4	5	5	4	4	3	5	3	4	5	4	4	4	5
Maquinaria	22	¿Le parece critico los problemas de Uso desmedido de la maquinaria y equipos producidos por Acumulación de producción?	4	4	5	4	3	4	3	4	3	3	5	3	4	4	4
Maquinaria	23	¿Le parece critico los problemas de Malos manejos de la maquinaria y equipos producidos por Supervisión deficiente del proceso?	3	4	3	5	4	4	5	3	4	3	5	5	4	3	3
Maquinaria	24	¿Le parece critico los problemas de Averías Constantes de la maquinaria y equipos producidos por Suciedad y polvo?	4	3	3	3	5	4	4	3	3	4	3	5	3	5	3
<b>TOTAL</b>			68	62	66	71	64	69	63	66	61	60	66	65	61	66	70

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo Nº 08: Representación de los resultados de la Encuesta aplicada al personal de la Empresa MCEISA



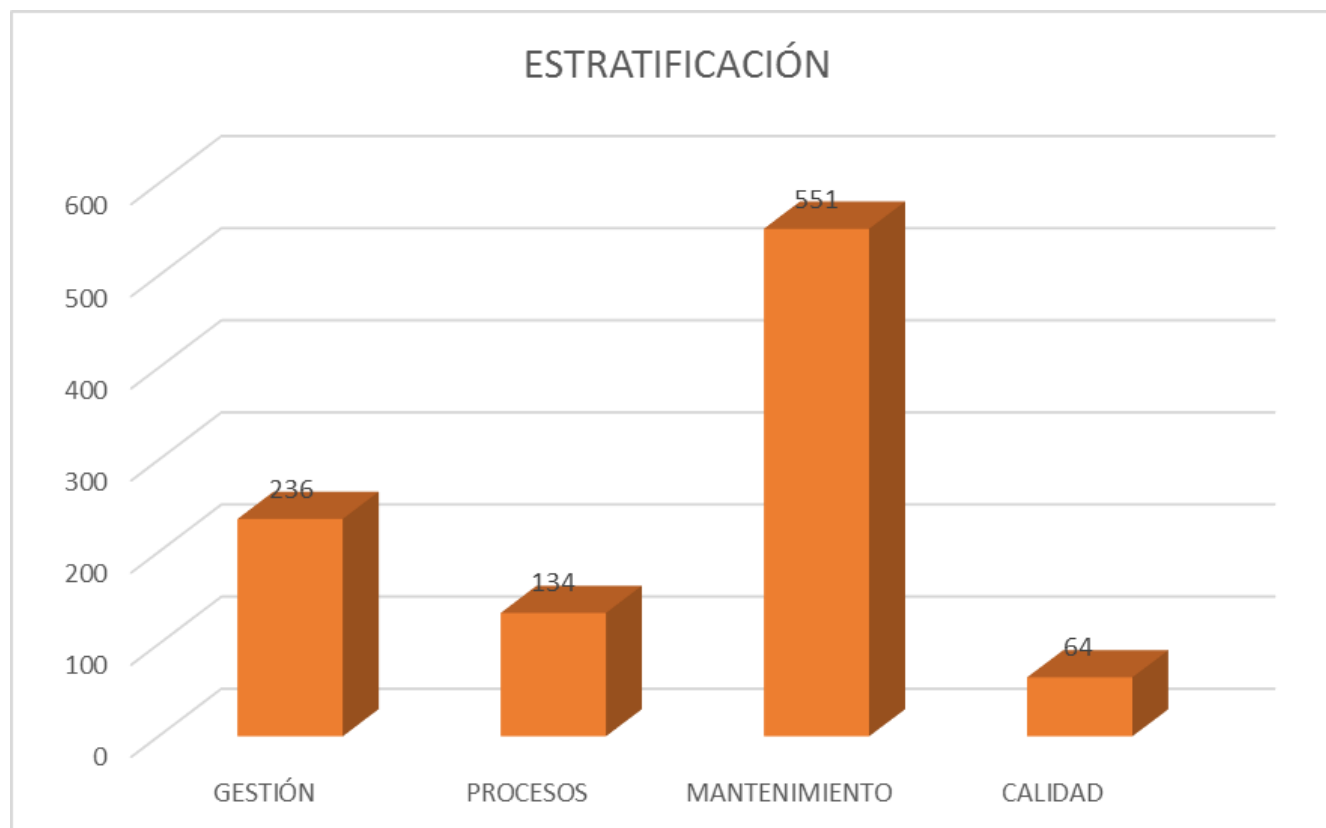
Fuente: Elaboración Propia

**Anexo N° 09: Matriz de Priorización de Problemas a resolver en la Empresa MCEISA**

CONSOLIDADO DE PROBLEMAS POR ÁREA	MÉTODOS	MEDIO AMBIENTE	MEDICIÓN	MATERIALES	MANO DE OBRA	MAQUINARIA	NIVEL DE CRITICIDAD	TOTAL DE PROBLEMAS	% DE PROBLEMAS	IMPACTO	CALIFICACIÓN	PRIORIDAD	MEDIDAS A TOMAR
GESTIÓN	2	1	0	2	2	0	Medio	7	29%	7	236	2	Mantenimiento Preventivo
PROCESOS	1	0	1	2	2	0	Medio	6	25%	5	134	3	5'S
MANTENIMIENTO	1	0	3	0	0	4	Alto	8	33%	10	551	1	TPM
CALIDAD	0	3	0	0	0	0	Bajo	3	13%	3	64	4	*
TOTAL DE PROBLEMAS	4	4	4	4	4	4	-	24	100%	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo Nº 10: Estratificación de Problemas de la Empresa MCEISA




Fuente: Elaboración Propia

**Anexo N° 11: Matriz de Correlación de la Empresa MCEISA**

	1P	2P	3P	4P	5P	6P	7P	8P	9P	10P	11P	12P	13P	14P	15P	16P	17P	18P	19P	20P	21P	22P	23P	24P	PUNTAJE	% POND
1P		1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	12	4%
2P	0		1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	9	3%
3P	1	1		0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	10	3%
4P	1	1	1		1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	11	4%
5P	1	1	1	1		1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	20	7%
6P	0	1	1	1	1		1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	13	4%
7P	1	1	1	0	1	1		0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	11	4%
8P	1	1	1	0	1	0	1		1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	12	4%
9P	0	1	0	0	0	1	1	1		1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	12	4%
10P	0	1	1	1	1	0	0	1	0		0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	10	3%
11P	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0		1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	11	4%
12P	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1		1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	11	4%
13P	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1		1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	14	5%
14P	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1		1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	10	3%
15P	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1		0	1	1	0	0	0	1	1	0	14	5%
16P	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1		1	1	0	1	1	1	1	1	19	6%
17P	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1		0	0	1	0	1	1	1	10	3%
18P	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0		0	0	1	1	1	1	9	3%
19P	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0		0	0	0	1	1	9	3%
20P	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1		0	0	0	1	9	3%
21P	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1		0	1	1	20	7%
22P	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1		0	0	13	4%
23P	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0		1	14	5%
24P	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1		19	6%
<b>TOTAL</b>																									302	100%

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo N° 12: Juicio de Expertos N° 01

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE .....**

N°	VARIABLE / DIMENSION		Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	VARIABLE INDEPENDIENTE	TPM	Si	No	Si	No	Si	No	
	RENDIMIENTO								
	$Rendimiento (R) = \frac{T \text{ Funcionamiento Neto de la maquinaria}}{T \text{ Disponible de la maquinaria}}$		/		/		/		
	CALIDAD								
	$Calidad (C) = \frac{T \text{ Efectivo de la maquinaria}}{T \text{ Funcionamiento Neto de la maquinaria}}$		/		/		/		
	DISPONIBILIDAD								
	$Disponibilidad (D) = \frac{T \text{ Disponible de la maquinaria}}{T \text{ Planificado de la maquinaria}}$		/		/		/		
	VARIABLE DEPENDIENTE								
	PRODUCTIVIDAD								
	EFICIENCIA								
	$Eficiencia = \frac{\text{Tiempo Total de Avance}}{\text{Tiempo Planificado}}$		/		/		/		
	EFICACIA								
	$Eficacia = \frac{\text{Avance Real}}{\text{Avance Planificado}}$		/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si 100%

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable ☒ Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: Brown Rojas Leoncio DNI: 0 8634346

Especialidad del validador: Ing. Industrial, MBA, Dr.

Firma del Experto Informante: [Firma] 01 de 06 del 2018

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Fuente: Elaboración Propia



## Anexo N° 13: Juicio de Expertos N° 02

### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE .....

N°	VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
			Si	No	Si	No	Si	No	
		RENDIMIENTO							
		$Rendimiento (R) = \frac{T \text{ Funcionamiento Neto de la maquinaria}}{T \text{ Disponible de la maquinaria}}$	✓		✓		✓		
		CALIDAD							
		$Calidad (C) = \frac{T \text{ Efectivo de la maquinaria}}{T \text{ Funcionamiento Neto de la maquinaria}}$	✓		✓		✓		
		DISPONIBILIDAD							
		$Disponibilidad (D) = \frac{T \text{ Disponible de la maquinaria}}{T \text{ Planificado de la maquinaria}}$	✓		✓		✓		
		VARIABLE DEPENDIENTE							
		EFICIENCIA							
		$Eficiencia = \frac{\text{Tiempo Total de Avance}}{\text{Tiempo Planificado}}$	✓		✓		✓		
		EFICACIA							
		$Eficacia = \frac{\text{Avance Real}}{\text{Avance Planificado}}$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable ☒

Aplicable después de corregir ☐

No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Montoya Cárdenas, Gustavo DNI: 07500140

Especialidad del validador: Magister en Administración de Empresas, Ingeniero Industrial Lic. 01 de Julio del 2018

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo


<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

GUSTAVO ADOLFO  
MONTAYA CARDENAS  
INGENIERO INDUSTRIAL  
Reg. FPM 14882  
Experto Informante.

Fuente: Elaboración Propia



## Anexo N° 14: Juicio de Expertos N° 03

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE** .....

N°	VARIABLE / DIMENSION		Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	VARIABLE INDEPENDIENTE	TPM	Si	No	Si	No	Si	No	
	RENDIMIENTO								
	$Rendimiento (R) = \frac{T \text{ Funcionamiento Neto de la maquinaria}}{T \text{ Disponible de la maquinaria}}$		✓		✓		✓		
	CALIDAD								
	$Calidad (C) = \frac{T \text{ Efectivo de la maquinaria}}{T \text{ Funcionamiento Neto de la maquinaria}}$		✓		✓		✓		
	DISPONIBILIDAD								
	$Disponibilidad (D) = \frac{T \text{ Disponible de la maquinaria}}{T \text{ Planificado de la maquinaria}}$		✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD								
	EFICIENCIA								
	$Eficiencia = \frac{\text{Tiempo Total de Avance}}{\text{Tiempo Planificado}}$		✓		✓		✓		
	EFICACIA								
	$Eficacia = \frac{\text{Avance Real}}{\text{Avance Planificado}}$		✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Sumatoria Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [✓] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont DNI: 08698845

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

[Firma] de 6 del 20

Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont  
PhD - Pos Doctorate  
Presidente del Comité de Expertos Informante.

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

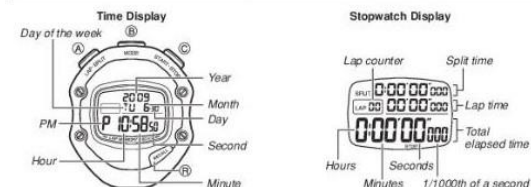
Fuente: Elaboración Propia

# Anexo Nº 15: Ficha Técnica del Cronometro Cassio HS-70W

MA0809-EA

**CASIO®**  
**HS-70W**

## ENGLISH



- A sticker is affixed to the glass of this stopwatch when you purchase it. Be sure to remove the sticker before using the stopwatch.
- Depending on its model, the configuration of your stopwatch may differ somewhat from that shown in the illustration.

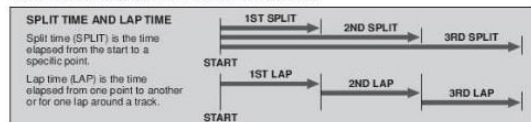
### OPERATING PRECAUTIONS

- A battery is installed at the factory. Have it replaced by a CASIO distributor at the first sign of low power (dim display).
- Do not use or store this stopwatch in areas exposed to temperature extremes, strong magnetism, strong vibration, or strong impact.
- Heat can shorten battery life and cause malfunction. Keep the stopwatch away from heaters and direct sunlight when using it.
- Never try to take the stopwatch apart. Doing so can cause malfunction.
- To clean the stopwatch, use a soft, dry cloth or a cloth moistened in a solution of water and a mild neutral detergent. Wring out all excess moisture from the cloth. Never use thinner, benzene, alcohol or other similar agents.
- Be sure to keep all user documentation handy for future reference.

CASIO COMPUTER CO., LTD. assumes no responsibility for any loss, or any claims by third parties that may arise through the use of this stopwatch.

### GENERAL GUIDE

- (C) button ... Starts and stops timing.
- (S) button ... Toggles between the current time and stopwatch screens.
- (A) button ... Performs lap/split and reset operation (stopwatch beeps).
- (R) button ... Recalls lap/split time records and total elapsed time.



### USING THE STOPWATCH

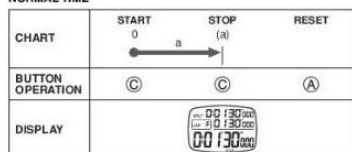
The stopwatch beeps to signal (C) and (A) button operations.

#### Working range

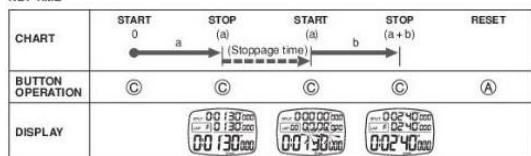
The total elapsed time and split time display is limited to 9 hours 59 minutes 59.999 seconds. Lap time display is limited to 59 minutes 59.999 seconds. Thereafter it will be reset and started again. The lap counter starts from 1 to 99 and repeats from 0. While the stopwatch is reset to all zeros, holding down the (A) button will toggle the lower display area between display of lap time and split time.

- \* 100 (indicating the number of laps) will flash on the display when memory is full (100 lap times in the current group).

#### NORMAL TIME

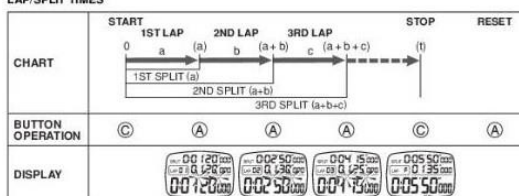


#### NET TIME



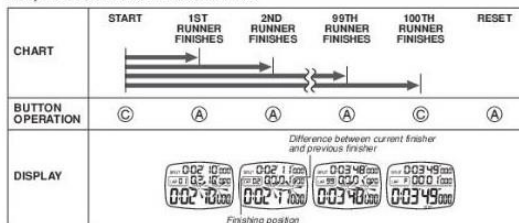
After stopping a net time operation by pressing (C), you can resume it by pressing (C) again.

### LAP/SPLIT TIMES



### MULTIPLE FINISHING TIMES

Example: To record the times of 100 different runners.

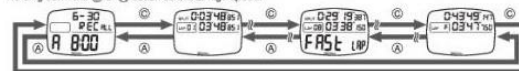


### USING THE RECALL MODE

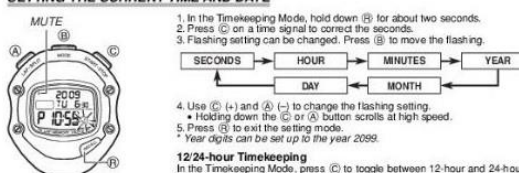
You can use the recall mode to view data in stopwatch memory.

- There is enough memory to store a total of up to 200 records, divided between two record groups of 100 each. If you record 100 times, the 100th time will not be stored in memory until you reset the stopwatch to all zeros.
- Starting a new stopwatch elapsed time operation will cause the older of the two record groups to be deleted automatically in order to make room for a new group of records.
- There is also a FAST LAP record that displays the fastest lap from among all of the lap times currently in memory.
- Record 1 (the newest record) will always be displayed first whenever you press the (A) button to switch from the Stopwatch Mode to the Recall Mode.
- In the Recall Mode, each press of the (R) button will toggle the display between record group 1 and record group 2.
- Lap time records in memory can be recalled while an elapsed time operation is in progress or stopped.
- Memory records are cleared whenever a new Stopwatch Mode elapsed time operation is started by pressing the (C) button after pressing the (A) button to reset the stopwatch to all zeros.

Holding down the (C) or (A) button scrolls at high speed.



### SETTING THE CURRENT TIME AND DATE



#### 12/24-hour Timekeeping

In the Timekeeping Mode, press (C) to toggle between 12-hour and 24-hour timekeeping.

#### Beeper On/Off

In the Timekeeping Mode, hold down the (A) button for about two seconds to toggle the beeper on or off.

#### Auto Return

The stopwatch returns to the Timekeeping Mode if left unused for a few minutes.

### CARE OF YOUR STOPWATCH

- This stopwatch is water resistant up to five bars (atmospheres), which means you can use it in the rain or in areas where splashing water is present. Never, however, operate the buttons of the stopwatch while it is immersed in water.
- You should have the rubber seal that keeps out water and dust replaced every 2 to 3 years.
- Should moisture appear inside the stopwatch, have it checked immediately by your dealer or a CASIO distributor.

### SPECIFICATIONS

Accuracy at a normal temperature (TIME):  $\pm 30$  seconds per month  
(STOPWATCH): 99.9988%

#### Display capacity:

- Time Display: Hour, minutes, seconds, am/pm, year, month, day and day of the week

Calendar system: Pre-programmed until the year 2099

#### Stopwatch Display:

Measuring capacity: (Total elapsed time display) 9 hours 59 minutes 59.999 seconds

(Lap time display) 59 minutes 59.999 seconds

(Split time display) 9 hours 59 minutes 59.999 seconds

Measuring unit: 1/1000 second

Measuring mode: Net time, lap time, split time, 1st-100th place time, lap counter (up to 99)

Memory capacity: 2 sets of 100 records each

Battery: One lithium battery (type: CR2032)

Approx. 5 years continuous operation on type CR2032

(includes an average of 30 presses of button per day.)

Operating Temperature: 0°C to 40°C (32°F to 104°F)

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo N° 16: Pretest de la Variable Dependiente de la Empresa MCEISA

DATOS GENERALES							
INVESTIGADOR	Chagua Echenique, Josué Rober		JEFE DEL ÁREA		Pascual Martínez Rosales		
EMPRESA	Martínez Contratista e Ingeniería S.A.		ÁREA		Área de Extracción de Minerales		
DATOS DEL INDICADOR							
INDICADOR	DESCRIPCIÓN		TÉCNICA	INSTRUMENTO	FÓRMULA		
EFICIENCIA	Es una medida que permite conocer la rapidez con que algo o alguien pueda hacer una tarea con menos recursos.		Fichaje	Ficha de Registro	$\frac{\text{Tiempo Total de Avance}}{\text{Tiempo Planificado}}$		
EFICACIA	Es una medida de rendimiento sobre un proceso el cual utiliza la menor cantidad de entradas o insumos para crear la mayor cantidad de productos o resultados.		Fichaje	Ficha de Registro	$\frac{\text{Avance Real}}{\text{Avance Planificado}}$		
PRODUCTIVIDAD	La productividad es la forma más eficiente para generar recursos midiéndolos en dinero, determinando así su rentabilidad y competitividad frente a otras empresas.		Fichaje	Ficha de Registro	$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$		
PRETEST							
FECHA	TIEMPO PROGRAMADO	TIEMPO TOTAL PRODUCIDO	PRODUCCIÓN REAL	PRODUCCIÓN PLANIFICADA	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD INICIAL
07/05/2018	480 min	315 min	264 metros	512 metros	66%	52%	34%
08/05/2018	480 min	345 min	252 metros	512 metros	72%	49%	35%
09/05/2018	480 min	327 min	256 metros	512 metros	68%	50%	34%
10/05/2018	480 min	274 min	224 metros	512 metros	57%	44%	25%
11/05/2018	480 min	299 min	292 metros	512 metros	62%	57%	36%
12/05/2018	240 min	225 min	202 metros	256 metros	94%	79%	74%
14/05/2018	480 min	300 min	491 metros	512 metros	63%	96%	60%
15/05/2018	480 min	349 min	288 metros	512 metros	73%	56%	41%
16/05/2018	480 min	319 min	376 metros	512 metros	66%	73%	49%
17/05/2018	480 min	321 min	380 metros	512 metros	67%	74%	50%
18/05/2018	480 min	288 min	428 metros	512 metros	60%	84%	50%
19/05/2018	240 min	221 min	202 metros	256 metros	92%	79%	73%
21/05/2018	480 min	259 min	396 metros	512 metros	54%	77%	42%
22/05/2018	480 min	341 min	340 metros	512 metros	71%	66%	47%
23/05/2018	480 min	289 min	356 metros	512 metros	60%	70%	42%
24/05/2018	480 min	302 min	392 metros	512 metros	63%	77%	48%
25/05/2018	480 min	303 min	396 metros	512 metros	63%	77%	49%
26/05/2018	240 min	214 min	204 metros	256 metros	89%	80%	71%
28/05/2018	480 min	321 min	404 metros	512 metros	67%	79%	53%
29/05/2018	480 min	356 min	352 metros	512 metros	74%	69%	51%
30/05/2018	480 min	401 min	320 metros	512 metros	84%	63%	52%
31/05/2018	480 min	319 min	380 metros	512 metros	67%	74%	49%
01/06/2018	480 min	315 min	300 metros	512 metros	66%	59%	38%
02/06/2018	240 min	158 min	240 metros	256 metros	66%	94%	62%
04/06/2018	480 min	386 min	352 metros	512 metros	81%	69%	55%
05/06/2018	480 min	345 min	336 metros	512 metros	72%	66%	47%
06/06/2018	480 min	344 min	372 metros	512 metros	72%	73%	52%
07/06/2018	480 min	400 min	332 metros	512 metros	83%	65%	54%
08/06/2018	480 min	267 min	432 metros	512 metros	56%	84%	47%
09/06/2018	240 min	206 min	178 metros	256 metros	86%	70%	60%
TOTAL	13200 min	9109 min	9737 metros	14080 metros	70%	70%	49%

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo N° 17: Pretest de la Variable Independiente de la Empresa MCEISA

DATOS GENERALES																					
INVESTIGADOR	Chagua Echenique, Josué Rober										JEFE DEL ÁREA				Pascual Martínez Rosales						
EMPRESA	Martínez Contratista e Ingeniería S.A.										ÁREA				Área de Extracción de Minerales						
DATOS DEL INDICADOR																					
INDICADOR	DESCRIPCIÓN										TÉCNICA		INSTRUMENTO				FÓRMULA				
Disponibilidad	La disponibilidad de la maquinaria se define como el tiempo en que la maquina está disponible u operando basado en el tiempo de operación que se tenía planificado.										Fichaje		Ficha de Registro				$\frac{T \text{ Disponible de la maquinaria}}{T \text{ Planificado de la maquinaria}}$				
Rendimiento	El rendimiento de la maquinaria se define como el tiempo de funcionamiento neto de la maquinaria basado en el tiempo disponible u operando.										Fichaje		Ficha de Registro				$\frac{T \text{ Funcionamiento Neto de la maquinaria}}{T \text{ Disponible de la maquinaria}}$				
Calidad	La calidad de la maquinaria se define como el tiempo efectivo de la maquinaria basado en el tiempo de funcionamiento neto de la misma.										Fichaje		Ficha de Registro				$\frac{T \text{ Efectivo de la maquinaria}}{T \text{ Funcionamiento Neto de la maquinaria}}$				
OEE	OEE es el indicador principal del TPM, dado que mide la productividad global de los equipos o maquinaria.										Fichaje		Ficha de Registro				Disponibilidad × Rendimiento × Calidad				

PRETEST																						
FECHA	AVERÍAS	ESPERAS	TIEMPO DE REFER	PERDIDA DE D	T PLANIFICADO	T DISPONIBLE	DISPONIBILIDAD	Q MICROPARA	T MICROPARA	Q CICLOS LEN	T CICLOS LEN	PERDIDAS DE T	FUNC. NETO	RENDIMIENTO	AVANCE DDIF	T DE AVANCE	AVANCE DDPN	T DE AVANCE	PERDIDAS DE T	EFFECTIVO	CALIDAD	OEE
07/05/2018	91 min	28 min	68 min	3.12 hrs	8.00 hrs	4.88 hrs	61.04%	7	02 min	7	14 min	1.87 hrs	3.02 hrs	61.77%	2	03 min	4	02 min	0.23 hrs	2.78	92.27%	34.79%
08/05/2018	100 min	31 min	108 min	3.98 hrs	8.00 hrs	4.02 hrs	50.21%	12	05 min	5	11 min	1.92 hrs	2.10 hrs	52.28%	8	02 min	5	03 min	0.52 hrs	1.58	75.40%	19.79%
09/05/2018	83 min	27 min	98 min	3.47 hrs	8.00 hrs	4.53 hrs	56.67%	7	03 min	7	15 min	2.10 hrs	2.43 hrs	53.68%	6	03 min	6	03 min	0.60 hrs	1.83	75.34%	22.92%
10/05/2018	84 min	33 min	100 min	3.62 hrs	8.00 hrs	4.38 hrs	54.79%	8	01 min	8	10 min	1.47 hrs	2.92 hrs	66.54%	5	01 min	7	01 min	0.20 hrs	2.72	93.14%	33.96%
11/05/2018	96 min	36 min	80 min	3.53 hrs	8.00 hrs	4.47 hrs	55.83%	11	03 min	6	16 min	2.15 hrs	2.32 hrs	51.87%	3	01 min	9	02 min	0.35 hrs	1.97	84.89%	24.58%
12/05/2018	26 min	15 min	28 min	1.15 hrs	4.00 hrs	2.85 hrs	71.25%	3	02 min	3	10 min	0.60 hrs	2.25 hrs	78.95%	3	02 min	6	03 min	0.40 hrs	1.85	82.22%	46.25%
14/05/2018	65 min	32 min	63 min	2.67 hrs	8.00 hrs	5.33 hrs	66.67%	11	05 min	8	17 min	3.18 hrs	2.15 hrs	40.31%	4	02 min	5	01 min	0.22 hrs	1.93	89.92%	24.17%
15/05/2018	55 min	34 min	104 min	3.22 hrs	8.00 hrs	4.78 hrs	59.79%	7	01 min	5	17 min	1.53 hrs	3.25 hrs	67.94%	7	01 min	7	04 min	0.58 hrs	2.67	82.05%	33.33%
16/05/2018	84 min	33 min	64 min	3.02 hrs	8.00 hrs	4.98 hrs	62.29%	6	01 min	6	15 min	1.60 hrs	3.38 hrs	67.89%	9	02 min	7	03 min	0.65 hrs	2.73	80.79%	34.17%
17/05/2018	65 min	38 min	82 min	3.08 hrs	8.00 hrs	4.92 hrs	61.46%	5	01 min	9	14 min	2.18 hrs	2.73 hrs	55.59%	9	04 min	5	04 min	0.93 hrs	1.80	65.85%	22.50%
18/05/2018	58 min	30 min	103 min	3.18 hrs	8.00 hrs	4.82 hrs	60.21%	12	03 min	9	10 min	2.10 hrs	2.72 hrs	56.40%	8	02 min	8	02 min	0.53 hrs	2.18	80.37%	27.29%
19/05/2018	16 min	10 min	27 min	0.88 hrs	4.00 hrs	3.12 hrs	77.92%	6	03 min	4	10 min	0.97 hrs	2.15 hrs	68.98%	4	04 min	5	02 min	0.43 hrs	1.72	79.84%	42.92%
21/05/2018	76 min	43 min	91 min	3.50 hrs	8.00 hrs	4.50 hrs	56.25%	5	03 min	8	10 min	1.58 hrs	2.92 hrs	64.81%	5	02 min	4	03 min	0.37 hrs	2.55	87.43%	31.88%
22/05/2018	65 min	33 min	72 min	2.83 hrs	8.00 hrs	5.17 hrs	64.58%	9	03 min	5	16 min	1.78 hrs	3.38 hrs	65.48%	5	03 min	6	02 min	0.45 hrs	2.93	86.70%	36.67%
23/05/2018	53 min	23 min	101 min	2.95 hrs	8.00 hrs	5.05 hrs	63.13%	11	01 min	6	17 min	1.88 hrs	3.17 hrs	62.71%	8	02 min	7	04 min	0.73 hrs	2.43	76.84%	30.42%
24/05/2018	97 min	25 min	88 min	3.50 hrs	8.00 hrs	4.50 hrs	56.25%	12	05 min	6	17 min	2.70 hrs	1.80 hrs	40.00%	6	01 min	8	01 min	0.23 hrs	1.57	87.04%	19.58%
25/05/2018	63 min	41 min	87 min	3.18 hrs	8.00 hrs	4.82 hrs	60.21%	5	03 min	5	14 min	1.42 hrs	3.40 hrs	70.59%	9	04 min	6	03 min	0.90 hrs	2.50	73.53%	31.25%
26/05/2018	21 min	17 min	15 min	0.88 hrs	4.00 hrs	3.12 hrs	77.92%	6	02 min	6	07 min	0.90 hrs	2.22 hrs	71.12%	3	01 min	4	03 min	0.25 hrs	1.97	88.72%	49.17%
28/05/2018	90 min	42 min	78 min	3.50 hrs	8.00 hrs	4.50 hrs	56.25%	7	01 min	5	10 min	0.95 hrs	3.55 hrs	78.89%	5	02 min	5	02 min	0.33 hrs	3.22	90.61%	40.21%
29/05/2018	64 min	39 min	84 min	3.12 hrs	8.00 hrs	4.88 hrs	61.04%	9	05 min	6	12 min	1.95 hrs	2.93 hrs	60.07%	4	02 min	5	03 min	0.38 hrs	2.55	86.93%	31.88%
30/05/2018	89 min	39 min	71 min	3.32 hrs	8.00 hrs	4.68 hrs	58.54%	6	02 min	6	16 min	1.80 hrs	2.88 hrs	61.57%	5	02 min	6	01 min	0.27 hrs	2.62	90.75%	32.71%
31/05/2018	51 min	31 min	73 min	2.58 hrs	8.00 hrs	5.42 hrs	67.71%	11	03 min	9	14 min	2.65 hrs	2.77 hrs	51.08%	6	03 min	9	02 min	0.60 hrs	2.17	78.31%	27.08%
01/06/2018	76 min	39 min	77 min	3.20 hrs	8.00 hrs	4.80 hrs	60.00%	5	05 min	8	16 min	2.55 hrs	2.25 hrs	46.88%	5	03 min	7	03 min	0.60 hrs	1.65	73.33%	20.63%
02/06/2018	24 min	18 min	16 min	0.97 hrs	4.00 hrs	3.03 hrs	75.83%	9	02 min	4	08 min	0.83 hrs	2.20 hrs	72.53%	5	02 min	5	01 min	0.25 hrs	1.95	88.64%	48.75%
04/06/2018	94 min	25 min	91 min	3.50 hrs	8.00 hrs	4.50 hrs	56.25%	6	01 min	5	15 min	1.35 hrs	3.15 hrs	70.00%	9	02 min	7	04 min	0.77 hrs	2.38	75.66%	29.79%
05/06/2018	58 min	42 min	114 min	3.57 hrs	8.00 hrs	4.43 hrs	55.42%	8	01 min	5	15 min	1.38 hrs	3.05 hrs	68.80%	8	02 min	6	03 min	0.57 hrs	2.48	81.42%	31.04%
06/06/2018	60 min	30 min	97 min	3.12 hrs	8.00 hrs	4.88 hrs	61.04%	11	01 min	4	15 min	1.18 hrs	3.70 hrs	75.77%	9	04 min	9	02 min	0.90 hrs	2.80	75.68%	35.00%
07/06/2018	97 min	35 min	64 min	3.27 hrs	8.00 hrs	4.73 hrs	59.17%	5	04 min	5	11 min	1.25 hrs	3.48 hrs	73.59%	9	02 min	8	02 min	0.57 hrs	2.92	83.73%	36.46%
08/06/2018	68 min	31 min	79 min	2.97 hrs	8.00 hrs	5.03 hrs	62.92%	6	05 min	5	15 min	1.75 hrs	3.28 hrs	65.23%	9	01 min	6	03 min	0.45 hrs	2.83	86.29%	35.42%
09/06/2018	17 min	15 min	22 min	0.90 hrs	4.00 hrs	3.10 hrs	77.50%	6	03 min	4	08 min	0.83 hrs	2.27 hrs	73.12%	2	02 min	4	01 min	0.13 hrs	2.13	94.12%	53.33%
TOTAL	66 min	31 min	75 min	2.86 hrs	7.33 hrs	4.47 hrs	62.27%	7.73	03 min	5.97	13 min	1.88 hrs	2.79 hrs	63.15%	6.00	02 min	6.20	02 min	0.48 hrs	2.31	82.93%	32.61%

\*Ficha Pretest revisada y aceptada por el Gerente General de la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A.

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo N° 18: Carta de Presentación de la Empresa MCEISA

### CARTA DE PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Lima, 16 de abril de 2018

Señor  
Pascual Martínez Rosales  
Gerente General  
MARTINEZ CONTRATISTAS E INGENIERIA S.A.

Ref.: Presentación Propuesta de la Tesis de Desarrollo denominado "Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lurigancho, 2018"

Apreciado señor:

Por medio de la presente, el abajo firmante Josué Rober Chagua Echenique, identificado con DNI N° 48348930, en mi calidad de Analista, me permito presentar para su consideración la propuesta y documentación requeridas para el objeto de este proyecto de tesis.

De igual manera, declaro que acepto las condiciones establecidas en los términos de referencia del desarrollo de tesis al cual presento mi propuesta para su validación y aceptación.

Cordialmente,



FIRMA:  
Pascual Martínez Rosales

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo N° 19: Carta de Conformidad del Proyecto

### ACTA DE CONFORMIDAD DEL PROYECTO

INVESTIGADOR: Josué Rober Chagua Echenique

DNI: 48348930

DESCRIPCION DEL PROYECTO: Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lurigancho, 2018.

FECHA DE INICIO: 16/04/2018

FECHA DE TERMINO: 15/11/18

Mediante el presente documento, se deja constancia que se ha recibido las capacitaciones correspondientes a Lean Manufacturing y TPM para la aplicación de esta última herramienta en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., por el investigador y en mención al objetivo descrito.

San Juan de Lurigancho, 16 de abril de 2018




FIRMA:

Pascual Martínez Rosales

Fuente: Elaboración Propia



## Anexo N° 20: Presentación elaborada para la Charla sobre TPM



### MCEISA

CURSO DE  
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO  
TOTAL (TPM)

### ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO

#### MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

##### INTRODUCCION

El TPM se originó y se desarrolló en Japón, por la necesidad de mejorar la gestión de mantenimiento para alcanzar la velocidad con la que se automatizaron y sofisticaron los procesos productivos. Inicialmente el alcance del TPM se limitó a los departamentos relacionados con los equipos, más tarde los departamentos de administración y de apoyo (desarrollo y ventas) se involucraron.

#### MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

##### ORIGEN DEL TPM

En el mundo de hoy para una empresa poder sobrevivir debe ser competitiva y solo podrá serlo si cumple con estas tres condiciones:

1. Brindar un Producto de óptima conformidad ya no se habla de calidad sino de conformidad
2. Tener costos competitivos una gerencia productiva ayuda a alcanzar esta meta
3. Realizar las entregas a tiempo aquí se aplican los conceptos de justo a tiempo

#### MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

##### ENFOQUE DE LAS 6 M's

1. Mano de obra
2. Medio ambiente
3. Materia Prima
4. Métodos
5. Máquinas = cero pérdidas = TPM

1 ★

2 ★

3 ★

4 ★

5 ★

#### Definición en 5 puntos del TPM

1. El TPM es un sistema de mantenimiento que busca la máxima disponibilidad de los equipos y la máxima productividad de los recursos humanos.
2. El TPM es un sistema de mantenimiento que busca la máxima disponibilidad de los equipos y la máxima productividad de los recursos humanos.
3. El TPM es un sistema de mantenimiento que busca la máxima disponibilidad de los equipos y la máxima productividad de los recursos humanos.
4. El TPM es un sistema de mantenimiento que busca la máxima disponibilidad de los equipos y la máxima productividad de los recursos humanos.
5. El TPM es un sistema de mantenimiento que busca la máxima disponibilidad de los equipos y la máxima productividad de los recursos humanos.

#### MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

##### VISION DEL TPM = INCREMENTO ECONOMICO CRECIENTE

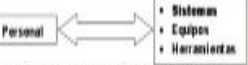



Figura 1. Interacción del hombre con los equipos, máquinas y herramientas

7

#### Los pilares del TPM

##### Estructura del TPM




8

#### MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

##### OBJETIVO DEL TPM


"Maximizar la efectividad total de los sistemas productivos por medio de la eliminación de sus pérdidas por la participación de todos los empleados en pequeños grupos de actividades voluntarias".

9

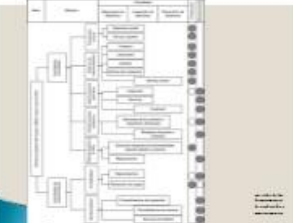


Las metas del TPM: las dos metas del TPM son el desarrollo de las condiciones óptimas en el taller como sistema hombre-máquina y mejorar la calidad general del lugar de trabajo.

10



11



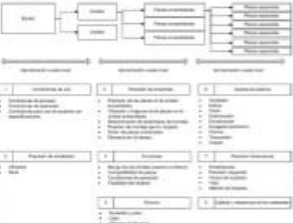
12

#### MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

##### DEFINICION DEL TPM

Es un sistema que garantiza la efectividad de los **sistemas productivos (S P)** cuya meta es tener **cero pérdidas** a nivel de todos los departamentos con la participación de todo el personal en **pequeños grupos**.


13



14

#### MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

##### PEQUEÑOS GRUPOS



15





## Anexo Nº 21: Carta de Conformidad de la Charla sobre TPM

### ACTA DE CONFORMIDAD DE LA CHARLA SOBRE TPM

INVESTIGADOR: Josué Rober Chagua Echenique

DNI: 48348930

DESCRIPCION DEL SERVICIO: Educación sobre el TPM introductoria y campaña de publicidad para la aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lurigancho, 2018.

FECHA DE INICIO: 23/04/2018

FECHA DE TERMINO: 25/04/2018

Mediante el presente documento, se deja constancia que se ha recibido las capacitaciones correspondientes TPM para la aplicación de esta herramienta en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., por el investigador y en mención al objetivo descrito.

San Juan de Lurigancho, 26 de abril de 2018



FIRMA:  
Pascual Martínez Rosales

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo N° 22: Políticas Básicas del TPM

### POLÍTICAS BÁSICAS DEL TPM

La empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., ubicada en San Juan de Lurigancho, estructura políticas y metas las cuales estarán enmarcadas en los valores y cultura de la compañía, teniendo en cuenta aspectos externos e internos para así definir unas políticas y directrices que marcarán la visión y misión.

Las políticas básicas creadas fueron las siguientes:

- Maximizar la efectividad global de los equipos, involucrando la participación de todos los colaboradores de la organización logrando que todo el personal se esfuerce en el logro de cero averías y cero defectos.
- Lograr equipos de trabajo altamente calificados y tener como resultado trabajos de Calidad.
- Desarrollar personal competente mediante la capacitación constante, consiguiendo la máxima identificación con los objetivos de la compañía.
- Conseguir que los ambientes de trabajo sean agradables, limpios y ordenados, a través de Grupos de trabajo de operación y mantenimiento participativos y eficientes.

Los objetivos y metas a lograrse con las políticas propuestas son las siguientes:

- Disminuir el número de paralizaciones importantes, en un 10% por año.
- Disminuir el número de paralizaciones de equipos para fallas menores; en un 20% anual.
- Mejorar la confiabilidad global de los equipos en 15% por año.
- Mejorar la Mantenibilidad (tiempo medio para reparar) en 15% por año.
- Lograr el Mantenimiento Autónomo, 30% en dos años.
- Reducción de Costos de Producción 10% en dos años.

Lima, Grupo de Mejora del TPM




Fuente: Elaboración Propia

### Anexo N° 23: Formato del Inventario de la Maquinaria de la empresa MCEISA

 <b>MCEISA</b>	<b>INVENTARIO DE MAQUINARIA EN EL ÁREA DE EXTRACCIÓN</b>			
<b>Planta:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Realizado por:</b>		<b>Verificado por:</b>
<b>Nombre de la Maquinaria</b>	<b>Código</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Modelo / Serie</b>	<b>Observaciones</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo N° 24: Formato de Ficha Técnica de la Maquinaria de la empresa MCEISA**

	<b>FICHA TÉCNICA DE LA MAQUINARIA</b>	
<b>MAQUINARIA</b>	<b>Datos Generales de la Maquinaria</b>	
	<b>Maquinaria:</b>	
	<b>Código:</b>	
	<b>Fabricante:</b>	
	<b>Modelo:</b>	
<b>Características de la Maquinaria</b>		
<b>Entrada</b>	<b>Proceso</b>	<b>Salida</b>
<b>Datos de Obra</b>		
<b>Obra Asignada:</b>		
<b>Operador:</b>		
<b>Supervisor:</b>		

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo N° 25: Manual 01 de la Maquinaria

[illegible]

## Anexo N° 26: Manual 02 de la Maquinaria



### DD321 DEVELOPMENT DRILL

#### TECHNICAL SPECIFICATION

Sandvik DD321 is a compact two-boom jumbo for demanding conditions and multiple applications. The jumbo is capable of face drilling, cross-cut drilling and butt hole drilling.

The drill's various options make it suitable for a range of conditions and tasks. The proven and robust DD40 boom provides coverage of 40 m². A selection of feed and telescopic feeds are available for a variety of applications.

The new rock drill ROKD provides smooth and efficient drilling. Sandvik DD321 offers a new look and improved serviceability and usability over predecessor Sandvik DD300 and Sandvik DD400.

JOINT FUNCTIONS	
Coverage area	40 m²
Hydraulic rock drill	2 x ROKD 20 kW
Drilling feeds	2 x TFS 10, 11, 18 m
Booms	2 x DD40
Control system	2 x TFS 10
Wire length	18 to 4,800 m
DD boom cable (2 x 10)	4,800 m or 4,300 m
Turning radius (Freehead)	2,500 mm
Turning radius	2,100 mm
Reaming height	2,500 mm / 3,200 mm
Reaming range	12,500 mm
Total weight	33,000 kg depending on options



MANUAL N° 02



#### HYDRAULIC ROCK DRILL

Type of rock drill	ROKD (TFS-20)
Power output	20 kW
Revolutions per minute	Max. 330 rpm
Revolutions per minute	18 rpm
Drill bit	Hydraulic
Maximum thrust	Max. 400 mm (16 in)
Rotation torque	400 Nm with OAD (20)
Wire size (drilling)	40 - 54 mm
Wire size (cutting)	70 - 127 mm
Recommended rod	TFS - 100 - 100
Shank adapter (max)	TFS
Length	220 kg
Length	1,110 mm
Profile height	30 mm

#### DRILLING FEED

Type of feed	TFS10-12 / TFS10-14 / TFS10-16
Feed force	Max. 20 kN / Max. 20 kN / Max. 20 kN
Total weight	6,200 mm / 6,200 mm / 6,200 mm
Wire length	3,400 mm / 4,800 mm / 4,800 mm
Feed length	3,700 mm / 4,300 mm / 4,300 mm
Net weight	300 kg / 300 kg / 300 kg

#### ROOM

Type of room	1000 (TFS-20)
Reamer coverage	40 m²
Reamer	Automatic hydraulic
Room extension	1,100 mm
Reamer extension	1,100 mm
Room weight, net	2,100 kg
Reamer weight	300 kg

#### HYDRAULIC SYSTEM

Power source	2 x 18 kW (20 kW)
Pressure (maximum return)	22 bar (12 bar)
Control system	270 mm (drilling)
Control system	Drilling
Control for hydraulic oil	1000 (TFS-20) or 1000 (TFS-20)

#### DRILLING CONTROL SYSTEM

Type of control system	TFS10-12 / TFS10-14 / TFS10-16
Control system	Automatic control
Manual boom control	Drill control
Manual boom control	Fully proportional hydraulic operation
Drilling control	Feed / pressure control
Drilling control	Reaming control
Automatic boom	Stop and return automatic

#### ELECTRIC SYSTEM

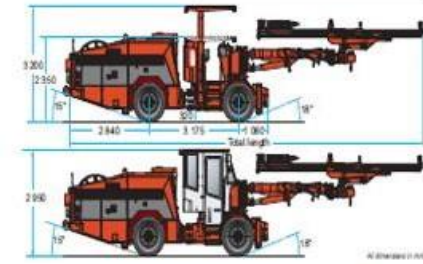
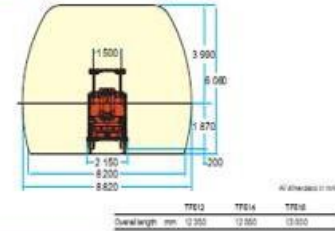
Standard voltage	380 - 500 V (50 Hz)
Standard power	100 kW
Max. power	100 kW
IP classification	Specification TFS-10
Starting method	Star delta 380 V - 500 V
Automatic cable reel	TFS10 with automatic system
Cable reel control	Operator station and remote control at rear machine
Sensors	2 x 12 V / 100 mm
Front and rear light	10 x 50 W (20 x 200 mm, 8,000 lx)
Control system	2 x 12 V / 100 mm
Reaming rear light (peak light)	2 x 12 V / 100 mm
Reaming rear light	100 W (200 mm)

#### AIR AND WATER SYSTEM

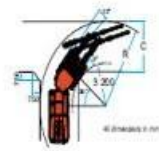
Reaming air flow	80 m³/min
Water pressure pump	100 bar
Water supply capacity	100 l/min
Water pump inlet pressure	2 bar (300 kPa)
Reaming water pressure	10 - 15 bar
Shank lubrication device	SLD (oil / oil mist)
Shank air consumption	100 - 250 l/min
Shank air consumption	250 - 350 l/min
Air compressor	CTH10, 100 mm (10 bar)

#### OPERATOR'S SAFETY CAGE

Cabin certification	CE (EN 10359, EN 10359, EN 10359)
Door of cabin	Emergency escape
Doorweight in emergency	2,000 mm
Operation	Standing drilling, kneeling hammering
Operator's seat	For hammering
Sound pressure level (TFS 10)	Adjustable with seat belt
Air conditioning	Standard
Windows	Safety certified with glass
Windows	Standard steel window frames
Front screen protection grid	Standard




Drilling feed	Radius (R)	Torque (Q)
TFS10-12	6,300 mm	3,700 mm
TFS10-14	6,400 mm	3,800 mm
TFS10-16	6,500 mm	4,000 mm



MANUAL N° 02

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo N° 27: Manual 03 de la Maquinaria


**MCEISA**

# DD311 DEVELOPMENT DRILL

## TECHNICAL SPECIFICATION

Sanborn DD311 is a single-boom electric-hydraulic jumbo for fast and accurate drilling in drifting and tunneling of 40 m+ open sections. The hydraulic controls enable accurate and efficient drilling performance.

Sanborn HX35 rock drill has proven to be efficient and powerful. Optimal coverage is achieved with the robust Sanborn SB40 boom. The drilling performance can be improved with optional instrumentation.

Sanborn DD311 is the successor of the well-known Sanborn DD310 and offers easier maintenance.

### FEATURES

Coverage area	40 m <sup>2</sup> to 8 x 7.2 m
Hydraulic rock drill	1 x HX35, 20 kW
Drill head	1 x TFR-15, 12 - 18 m
Boom	1 x SB40
Rock length	120 m x 800 mm
Drift size class in m	2 000 x 3 000 mm
Turning weight / electric	2 240 mm
Transport weight	1 840 mm
Maximum boom extension	2 140 mm or 2 100 mm
Transport weight capacity	2 820 mm or 2 870 mm
Transport weight	12 420 mm
Total weight	16 000 - 16 900 kg depending on options

MANUAL N° 03

[illegible]

MANUAL Nº 03

**Technical Specifications for MCEISA TTS Series Telehandlers**

**Top View Dimensions (TTS10):**

- Overall width: 2,100 mm
- Wheelbase: 1,900 mm
- Rear track width: 1,500 mm
- Overall height: 5,800 mm

**Side View Dimensions (Boom):**

- Radius: 5,450 mm
- Boom length: 7,400 mm
- Maximum reach: 4,944 mm

**Side View Dimensions (TTS10):**

- Height: 2,900 mm (9'6")
- Wheelbase: 1,900 mm

**Side View Dimensions (TTS16):**

- Height: 3,100 mm (10'2")
- Wheelbase: 2,000 mm

**Table of Dimensions (All dimensions in mm):**

Model	Overall length	Wheelbase	Height	Reach
TTS10	2,100	1,900	2,900	4,944
TTS16	2,100	2,000	3,100	5,450
TTS18	2,100	2,000	3,100	5,450
TTS20	2,100	2,000	3,100	5,450
TTS24	2,100	2,000	3,100	5,450

MANUAL Nº 03



## Anexo N° 28: Manual 04 de la Maquinaria

**MCEISA**

## SANDVIK DD210 DEVELOPMENT DRILL

TECHNICAL INFORMATION

Sandvik DD210 is a compact and flexible single-boom electric-hydraulic jumbo for tunnelling and mining development in mines section up to 24 m.

The robust universal boom has a large optimum shaped coverage, 340-degree rotation and full automatic parallelism for fast and easy feed positioning, and accurate bore drilling.

The compact jumbo layout is designed for good visibility and good stability. The heavy-duty and articulated carrier, with powerful four-wheel drive transmission, ensures stable and safe manoeuvring in small mining shafts in construction tunnels.

The modern, powerful hydraulic rock drill and the smooth drilling controls system allow high-drilling performance with good drill steel economy and high machine reliability.

The operating environment and incorporated automatic functions allow the operator to concentrate on safe, fast and accurate drilling.

All the work points are well-protected but easy to access.

**FEATURES**

- Coverage 24 m
- Max. lift 20.0 m
- Drive force 17500 N
- Boom Ø140
- Rise angle 140 to 145 mm
- Roll-over speed 0.000 to 0.000 mm
- Turning width 1.000 m
- Transport width 1.400 m
- Transport height 1.800 m or 1.780 mm
- Transport weight 9000 kg
- Total weight 9 100 kg depending on options

**DRILLING FEED**

Type of Feed	Feed force	Total length	Rise length	Roll angle	Weight
TTS10 - 12 (24 m)	4 600 mm	2 000 mm	2 000 mm	470 kg	
TTS10 - 12 (24 m)	0 270 mm	3 440 mm	2 700 mm	300 kg	

**BOOM**

Type of boom	Ø140 TTS10-230
Parallel coverage	24 m
Positioning	Automatic hydraulic
Feed extension	2 000 mm
Turn weight	1 800 kg
Roll-over angle	30°

**HYDRAULIC SYSTEM**

Power source	WSP 600 kW (400 V)
Transmission pressure return	12 x 12 L/min
Oil tank volume	160 litres
On-board filling pump	Electric
Oil cooler (water activated)	1 x DCC2 (20 L/min) heat exchanger
Cooler for hydraulic oil	Water-cooled control circuit cooler (20 L/min)

**DRILLING CONTROL SYSTEM**

Type of control system	Direct
Operating principle <td>Hydraulic control</td>	Hydraulic control
Controls	Full proportional Four-roll and return movement
Drilling control <td>Feed-perforation control Anti-jacking system</td>	Feed-perforation control Anti-jacking system
Automatic cycle	Stop and return automatic Rev. 10 feed without auto-retract
Rotation speed selector <td>Two rotation speeds can be preset</td>	Two rotation speeds can be preset

**ELECTRIC SYSTEM**

Standard voltage	300 - 690 V (3/4/50 Hz)
Total installed power	82 kW
Main switch gear	DW 16
IP classification	See specification TTS10-100
Starting method	Star delta 280 - 575 V DOL 600 - 690 V
Automatic safety net	CTC with six turn indicator lights and three turn indicator system
Laser line control	Optical position correction
Sealed AGV batteries	2 x 12 V, 30 Ah
Lubricant/hydraulic oil	Induction and switch
Emergency stop	On the electric cabinet and right side machine
Frontlight	4 x 50 W LED at 200 m, 0.000 kg
Side lighting	1 x 50 W LED at 200 m, 0.000 kg
Stop light	1 x 50 W

**AIR AND WATER SYSTEM**

Purging of noise	No noise
Water booster pump	WSP 14 kW
Water pump capacity	33 l/min at 15 bar (input pressure 4 bar)
Water pump inlet pressure	1 bar (min)
Flushing water pressure	10 - 15 bar
Steam lubrication device	VCL 10 L (per roll head)
Air compressor	CTA 10 L, 10 bar (17 bar)
Rock drill air consumption	100 - 100 g/s
Rock drill air consumption	100 - 100 g/s
Drill off-hole air-flushing	1 x 50 W laser sensor

**OPERATOR'S SAFETY CANOPY**

Canopy certification	EN ISO 6033 (level)
Low height in working	2 700 mm
Operation	Standing, sitting, kneeling, leaning
Seat	Ergonomic adjustable for working including rear rest
Sound pressure level	Operator station: 102 dB(A) Exhaust: 104 dB(A)

**Dimensions**

Overall length: 8 000 mm (TTS10), 8 040 mm (TTS10), 8 000 mm (TTS12)

Width: 1 910 mm (TTS10), 1 195 mm (TTS10), 1 900 mm (TTS12)

Height: 2 700 mm (TTS10), 1 900 mm (TTS10), 2 700 mm (TTS12)

Weight: 9 100 kg (TTS10), 9 100 kg (TTS10), 9 100 kg (TTS12)

**MANUAL Nº 04**



## Anexo Nº 29: Manual sobre el Mantenimiento Correctivo

	<p>2018</p> <p><b>Manual de Mantenimiento Correctivo</b></p>  <p>Josué Robier Chupiza Echazúque Empresa Martínvar Contratación e Ingeniería S.A.</p>	<p><b>INDICE</b></p> <table><tr><td>I.</td><td>OBJETIVO.....</td><td>2</td></tr><tr><td>II.</td><td>ALCANCE.....</td><td>2</td></tr><tr><td>III.</td><td>REFERENCIAS.....</td><td>2</td></tr><tr><td>IV.</td><td>DEFINICIONES.....</td><td>2</td></tr><tr><td>V.</td><td>LINEAMIENTOS.....</td><td>2</td></tr><tr><td>VI.</td><td>LINEAMIENTO ÚNICO PARA EL CONTROL DE LOS DOCUMENTOS.....</td><td>3</td></tr><tr><td>1.1.</td><td>Instructivo de llenado - Orden de servicio de Mantenimiento Correctivo.....</td><td>5</td></tr><tr><td>1.2.</td><td>Instructivo de llenado Bitácora de mantenimiento correctivo.....</td><td>7</td></tr><tr><td>VII.</td><td>ENFOQUE CLIENTE - PROVEEDOR.....</td><td>6</td></tr><tr><td>VIII.</td><td>CONTROL INTERNO INSTITUCIONAL.....</td><td>9</td></tr></table>	I.	OBJETIVO.....	2	II.	ALCANCE.....	2	III.	REFERENCIAS.....	2	IV.	DEFINICIONES.....	2	V.	LINEAMIENTOS.....	2	VI.	LINEAMIENTO ÚNICO PARA EL CONTROL DE LOS DOCUMENTOS.....	3	1.1.	Instructivo de llenado - Orden de servicio de Mantenimiento Correctivo.....	5	1.2.	Instructivo de llenado Bitácora de mantenimiento correctivo.....	7	VII.	ENFOQUE CLIENTE - PROVEEDOR.....	6	VIII.	CONTROL INTERNO INSTITUCIONAL.....	9
I.	OBJETIVO.....	2																														
II.	ALCANCE.....	2																														
III.	REFERENCIAS.....	2																														
IV.	DEFINICIONES.....	2																														
V.	LINEAMIENTOS.....	2																														
VI.	LINEAMIENTO ÚNICO PARA EL CONTROL DE LOS DOCUMENTOS.....	3																														
1.1.	Instructivo de llenado - Orden de servicio de Mantenimiento Correctivo.....	5																														
1.2.	Instructivo de llenado Bitácora de mantenimiento correctivo.....	7																														
VII.	ENFOQUE CLIENTE - PROVEEDOR.....	6																														
VIII.	CONTROL INTERNO INSTITUCIONAL.....	9																														

## I. OBJETIVO

Aumentar la productividad de la maquinaria de la empresa, evitando paros y fallas inesperados de la maquinaria y equipo para minimizar el tiempo improductivo.

## II. ALCANCE

Aplicable a todo el equipo, maquinaria e instalaciones de la organización.

## III. REFERENCIAS

Se toma como referencias las principales normas de mantenimiento y seguridad:

- Norma ISO 9001:2015 - "Sistemas de Gestión de la Calidad"
- Norma ISO 45001 - "Control del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo"

## IV. DEFINICIONES

- **Mantenimiento Correctivo:** Son las actividades desarrolladas para corregir las fallas declaradas que impiden el buen funcionamiento de la maquinaria y equipo para el adecuado de su función.
- **Fallas Menores:** Son aquellas que son atendidas por el personal de mantenimiento de planta y que no requieren de una asesoría especializada.
- **Fallas Mayores:** Son aquellas que por su complejidad deben ser atendidas por el fabricante o servicios externos especializados.

## V. LINEAMIENTOS

Es responsabilidad del Jefe de Mantenimiento:

- Reportar cualquier falla o indicación de fallas al Supervisor y / o Coordinador de Producción para su atención.
- Es responsabilidad del Subgerente de Adquisiciones y del Jefe de Mantenimiento, mantener un inventario de refacciones de uso frecuente.
- Notificar a la Gerencia de Producción, cuando se presente una falla de

causa mayor, es decir, paro total del equipo y/o maquinaria.

Es responsabilidad del personal de Mantenimiento:

- Atender de forma inmediata las Ordenes de Servicio para Mantenimiento Correctivo que sean requeridas.
- Informarse de las causas reales de la falla o paro de la maquinaria y/o equipo y notificar al Supervisor y/ o Coordinador de Producción.
- Efectuar el mantenimiento correctivo por orden de prioridad las fallas para el Mantenimiento Correctivo de acuerdo a los siguientes criterios:
  - o Fallas que pongan en riesgo la integridad física del personal.
  - o Fallas que representen el paro total o parcial del equipo y/o maquinaria.
  - o Fallas que pongan en riesgo la calidad del producto.
- Notificar al Jefe y/o Supervisor de Mantenimiento inmediatamente si durante el Mantenimiento Correctivo menor se detecta la necesidad de la intervención de personal especializado y/o cambiar refacciones.

Es responsabilidad de la Gerencia de Administración y Finanzas:

- Proveer de las herramientas, refacciones y equipo necesario para realizar el Mantenimiento Correctivo a la brevedad posible y en su defecto, autorizar la contratación de servicios especializados.

## VI. LINEAMIENTO ÚNICO PARA EL CONTROL DE LOS DOCUMENTOS

Con la finalidad de mantener la integridad de los documentos normativos internos que pertenezcan a la empresa, se requiere que todos los usuarios que consulten este documento, conozcan y cumplan con lo establecido.

### ORDEN DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

No. de folio del Solicitud: 1
 Fecha: 2

De por favor en: 3
 Área: 4
 Hora: 5

**I. DATOS**

OCCASIONAL:	TIPO DE FALLA:	CARÁCTER DEL SERVICIO:
Máquina: <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">6</span> Equipo: <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">7</span> Instalación: <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">8</span> Otro: <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">9</span>	Mecánica: <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">10</span> Eléctrica: <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">11</span> Especializada: <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">12</span> Otro: <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">13</span>	Urgente: <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">14</span> Urgente: <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">15</span> Ordinaria: <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">16</span>

DESCRIPCIÓN DE LA FALLA: 17

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**II. USO RECURSIVO DE MANTENIMIENTO**

FICHA DE DATOS BÁSICOS	FICHA DE REPARACIÓN
Fecha de Requerimiento: <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">18</span>	Fecha: <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">19</span>
Hora de Recepción: <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">20</span>	Hora: <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">21</span>
Hora de Recepción: <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">22</span>	Hora: <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">23</span>
Hora de Recepción: <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">24</span>	Hora: <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">25</span>
Hora de Recepción: <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">26</span>	Hora: <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">27</span>

ACTIVIDADES REALIZADAS: 28

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES: 29

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

ENTREGA DEL SERVICIO: 30
 REPOSICIÓN DE COMPONENTES: 31
 APROBACIÓN: 32

Por favor, al: 33
 Su Bodega: 34
 Bodega: 35

### 1.1. Instructivo de llenado – Orden de servicio de Mantenimiento Correctivo

<b>Objetivo:</b>	Contar con documentos que permitan reportar, solicitar, programar y controlar los servicios de mantenimiento correctivo en la obra.
<b>Responsable de la elaboración:</b>	Cualquier persona que solicite un trabajo de mantenimiento.
<b>Frecuencia:</b>	Cada vez que se requiera mantenimiento correctivo.
<b>Responsable de la revisión:</b>	Jefe de Mantenimiento
<b>Responsable de la autorización:</b>	Jefe de Mantenimiento
<b>Forma de llenado:</b>	Manual o por computadora

No.	Elemento	Descripción
1.	Fecha	Anotar la fecha de requerimiento de las actividades del mantenimiento correctivo.
2.	Hora	Anotar la hora de requerimiento de las actividades del mantenimiento correctivo.
3.	Nombre	Anotar el nombre del solicitante que requiere el servicio.
4.	Departamento	Anotar el nombre del departamento en donde se solicita el servicio.
5.	Área	Anotar el nombre del área en donde se solicita el servicio.
6.	Datos	Marcar con una X (cruz) en el rectángulo que especifique si el mantenimiento se requiere en una máquina, un equipo, una instalación o en oficinas.
7.	Tipo de Falla	Marcar con una X (cruz) en el rectángulo que especifique si el mantenimiento es mecánico, eléctrico, especializado u otro, explicando en que consiste.
8.	Carácter del Servicio	Marca con una X (cruz) en el rectángulo que especifique si el mantenimiento requiere de su atención extra-urgente, urgente u ordinaria.
9.	Descripción de Falla	Describir la falla o defectos observados en las máquinas.



No.	Elemento	Descripción
1	Reporte Fecha/Hora	Se anota la fecha y hora en que se hace el reporte al proveedor de un equipo o maquinaria específico.
2	Proveedor	Se anota el nombre del proveedor contratado para dar el servicio de mantenimiento preventivo.
3	Atención Fecha/Hora	Se anota la fecha y hora en que se presente el proveedor en nuestras instalaciones.
4	Ubicación	Se refiere al lugar físico o nombre de área donde localiza el equipo o maquinaria que requiere de mantenimiento correctivo.
5	Descripción	Anotar la descripción del equipo o maquinaria.
6	Marca Modelo	Anotar la marca (obligatoria) y/o modelo (opcional) del equipo o maquinaria.
7	Serie	Anotar el número de serie del equipo o anotar las siglas SN si el equipo o maquinaria no cuenta con este número o no es visible.
8	Problema	Se anota una breve descripción o idea de la falla del equipo o maquinaria.
9	Conclusión Fecha/Hora	Anotar la fecha y hora de terminación del mantenimiento correctivo para ese equipo o maquinaria.
10	Observaciones o Comentarios	Anotar si el equipo se repara en las instalaciones del proveedor y opcionalmente comentarios u observaciones, ya sean por parte de la persona que entrega el equipo y/o de la persona que lo recibe.

#### VII. ENFOQUE CLIENTE - PROVEEDOR

Todos somos clientes y a la vez proveedores de otros procesos, ya que tal como necesitamos de otras áreas para llevar a cabo correctamente nuestro trabajo, el resultado de nuestra labor, a su vez, es la materia prima para otros procesos.

Por ello, el servicio que les brindamos a nuestros clientes internos es tan importante como el que les proporcionamos a nuestros clientes externos, ya que para que el cliente externo esté satisfecho, debe estar satisfecho el cliente interno.

De esta forma, todas las áreas requerimos trabajar con el Enfoque Cliente-Proveedor, es decir, con el objetivo de satisfacer a nuestro cliente, sea interno o externo, ya que nuestro trabajo siempre impactará en el resultado final de otras áreas.

#### VIII. CONTROL INTERNO INSTITUCIONAL

El Control Interno Institucional es el conjunto de medios, mecanismos o procedimientos del cual todos somos responsables, que tienen el propósito de:

- Conducir las actividades correspondientes hacia el logro de los objetivos y metas institucionales
- Obtener información confiable y oportuna.
- Cumplir con el marco jurídico, y
- Evitar pérdidas o daños al erario federal.

Para continuar lográndolo, es responsabilidad de todos los que laboramos en:

- Conocer el Reglamento Interior de Trabajo, el Código de Conducta de la entidad, el Manual de Bienvenida y los manuales, procedimientos e instructivos que rijan nuestro trabajo.
- Llevar a cabo nuestras actividades tal como se describe en ellos, con el propósito de coadyuvar al cumplimiento de metas y objetivos, dentro del Marco Jurídico aplicable;
- Asegurarse de que la información que generemos sea confiable y oportuna, para seguir propiciando el adecuado rendimiento de cuentas por parte de la empresa y su ejercicio transparente como entidad paraestatal; y
- Actualizar y tomar acciones periódicamente respecto de nuestro inventario de riesgos por área, a fin de prevenir la realización de los riesgos que puedan afectar el logro de los objetivos o causar daños al erario federal.

A fin de llevar a cabo correctamente estas actividades, puede consultar para mayor referencia el procedimiento P-CI-01 Administración del Riesgo Institucional.

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo N° 30: Formato de Lista de Repuestos para el Mantenimiento Correctivo

[illegible]

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo N° 31: Manual del Mantenimiento Preventivo





## I. OBJETIVO

Aumentar la productividad de la maquinaria de la empresa, evitando paros y fallas inesperados de la maquinaria y equipo para minimizar el tiempo improductivo.

## II. ALCANCE

Aplicable a todo el equipo, maquinaria e instalaciones de la organización.

## III. REFERENCIAS

Se toma como referencias las principales normas de mantenimiento y seguridad:

- Norma ISO 9001:2015 - "Sistemas de Gestión de la Calidad"
- Norma ISO 45001 - "Control del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo"

## IV. DEFINICIONES

- **Disponibilidad:** La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción.
- **Confiabilidad:** Es la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para lo que fue diseñado, durante el periodo de tiempo especificado y bajo las condiciones de operaciones dadas.

## V. LINEAMIENTOS

Es responsabilidad del Jefe de Mantenimiento:

- Reportar cualquier falla o indicación de fallas al Supervisor y / o Coordinador de Producción para su atención.
- Es responsabilidad del Subgerente de Adquisiciones y del Jefe de Mantenimiento, mantener un inventario de refacciones de uso frecuente.
- Notificar a la Gerencia de Producción, cuando se presente una falla de causa mayor, es decir, paro total del equipo y/o maquinaria.

Es responsabilidad del personal de Mantenimiento:

- Atender de forma inmediata las Ordenes de Servicio para Mantenimiento Correctivo que sean requeridas.
- Informarse de las causas reales de la falla o paro de la maquinaria y/o equipo y notificar al Supervisor y/ o Coordinador de Producción.
- Efectuar el mantenimiento correctivo por orden de prioridad las fallas para el Mantenimiento Correctivo de acuerdo a los siguientes criterios:
  - o Fallas que pongan en riesgo la integridad física del personal.
  - o Fallas que representen el paro total o parcial del equipo y/o maquinaria.
  - o Fallas que pongan en riesgo la calidad del producto.
- Notificar al Jefe y/o Supervisor de Mantenimiento inmediatamente si durante el Mantenimiento Correctivo menor se detecta la necesidad de la intervención de personal especializado y/o cambiar refacciones.

Es responsabilidad de la Gerencia de Administración y Finanzas:

- Proveer de las herramientas, refacciones y equipo necesario para realizar el Mantenimiento Correctivo a la brevedad posible y en su defecto, autorizar la contratación de servicios especializados.

## VI. LINEAMIENTO ÚNICO PARA EL CONTROL DE LOS DOCUMENTOS

Con la finalidad de mantener la integridad de los documentos normativos internos que pertenezcan a la empresa, se requiere que todos los usuarios que consulten este documento, conozcan y cumplan con lo establecido.



### 1.1. Formato de Hoja de Vida



#### HOJA DE VIDA DE MAQUINARIA

CÓDIGO

VERSIÓN

PAGINA

IDENTIFICACIÓN DE MAQUINARIA		DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA			
NOMBRE		VOLTAJE		ELECTRICO	
CODIGO		CORRIENTE		NEUMATICO	
MARCA		FRECUENCIA		HIDRAULICO	
MODELO		POTENCIA		ELECTRONICO	
SERIE		CAPACIDAD		MECANICO	
FABRICANTE		PESO		TERMICO	
PRIORIDAD		ALIMENTACIÓN		INFORMATICO	
UBICACIÓN		OTROS		OTROS	

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES

ITEM	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	MODELO	SERIE	ALIMENTACIÓN	H.P.	R.P.M.	VOLT	AMP

ITEM	FECHA DE INGRESO	PROCESO EJECUTADO	FECHA DE SALIDA	REPUESTOS INVOLUCRADOS	OBSERVACIONES



### 1.3. Orden de Trabajo

ORDEN DE TRABAJO		
Nombre del Solicitante _____		Fecha _____
# Orden de Trabajo: _____	Área: _____	Hora: _____
<b>I. DATOS</b>		
<b>GENERALES:</b>  Máquina: _____ Equipo: _____ Instalaciones: _____ Oficinas: _____	<b>TIPO DE FALLA:</b>  Mecánico: _____ Eléctrico: _____ Especializado: _____ Otros: _____	<b>MECANICOS INVOLUCRADOS:</b>  Mecánico 1: _____ Mecánico 2: _____ Mecánico 3: _____ Mecánico 4: _____
<b>DESCRIPCIÓN DE LA FALLA:</b> _____ _____ _____ _____ _____		
<b>II. USO EXCLUSIVO DE MANTENIMIENTO</b>		
<b>PARTES NECESARIAS:</b> _____ _____ _____ _____ _____		
<b>ACTIVIDADES REALIZADAS:</b> _____ _____ _____ _____ _____		
<b>OBSERVACIONES:</b> _____ _____ _____ _____ _____		
<b>ENTREGA DEL SERVICIO</b>	<b>RECEPCIÓN DE CONFORMIDAD</b>	<b>APROBACIÓN</b>
_____ Personal de Mantenimiento	_____ Solicitante	_____ Supervisor

#### 1.4. Orden de Trabajo Externo

##### ORDEN DE TRABAJO EXTERNO

Nombre del Solicitante: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

# Orden de Trabajo: \_\_\_\_\_ Área: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Maquinaria: \_\_\_\_\_ Destino: \_\_\_\_\_

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN

ENTREGA DEL SERVICIO

RECEPCIÓN DE CONFORMIDAD

APROBACIÓN

\_\_\_\_\_  
Personal de Mantenimiento

\_\_\_\_\_  
Solicitante

\_\_\_\_\_  
Supervisor

### 1.5. Orden de Repuestos

#### ORDEN DE REPUESTOS

Nombre del Solicitante: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

# Orden de Trabajo: \_\_\_\_\_ Área: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Maquinaria: \_\_\_\_\_ Destino: \_\_\_\_\_

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

ENTREGA DEL SERVICIO

RECEPCIÓN DE CONFORMIDAD

APROBACIÓN

\_\_\_\_\_  
Personal de Mantenimiento

\_\_\_\_\_  
Solicitante

\_\_\_\_\_  
Supervisor

### 1.6. Ficha de Ingreso de Bodega

FICHA DE INGRESO DE BODEGA		
Proveedor: _____	Fecha: _____	
# de Pedido: _____	Compra: _____	Hora: _____
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
<b>OBSERVACIONES:</b> _____ _____ _____ _____ _____ _____		
<b>ENTREGA DEL SERVICIO</b>	<b>RECEPCIÓN DE CONFORMIDAD</b>	<b>APROBACIÓN</b>
_____ Personal de Mantenimiento	_____ Solicitante	_____ Supervisor

### 1.7. Ficha de Egreso de Bodega

#### FICHA DE EGRESO DE BODEGA

Descripción: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

# de Orden: \_\_\_\_\_ Maquina: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DESTINO

#### OBSERVACIONES:

---

---

---

---

---

---

ENTREGA DEL SERVICIO

RECEPCIÓN DE CONFORMIDAD

APROBACIÓN

Personal de Mantenimiento

Solicitante

Supervisor

### 1.8. Ficha de Consumo de Combustible

#### FICHA DE CONTROL DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Maquinaria: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

# Ficha: \_\_\_\_\_ Ubicación: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

**ENTREGA DEL SERVICIO**

**RECEPCIÓN DE CONFORMIDAD**

**APROBACIÓN**

\_\_\_\_\_  
Personal de Mantenimiento

\_\_\_\_\_  
Solicitante

\_\_\_\_\_  
Supervisor



### 1.9. Bitácora de Mantenimiento Preventivo

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
REPORTE FECHA/ HORA	# ORDEN DE TRABAJO	MAQUINARIA	ATENCIÓN FECHA/HORA	PROBLEMA / FALLA	SOLUCIÓN	RESPUESTOS EMPLEADOS	MECÁNICOS INVOLUCRADOS	TIEMPO	OBSERVACIONES O COMENTARIOS

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo N° 32: Hoja de Servicio del Mantenimiento Productivo

HOJA DE SERVICIO DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO			
Realizado por: _____		Fecha: _____	
Departamento: _____		Área: _____	
		Hora: _____	
<b>I. ANTES DE INICIAR LA INSPECCION</b>			
ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	CHECK	OBSERVACIONES
1	Entrevistar al operador a un lado de la máquina sobre los eventos o anomalías de la máquina que haya observado durante su operación para poder programar cualquier trabajo correctivo con anticipación		
<b>II. MOTOR</b>			
ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	CHECK	OBSERVACIONES
1	Verificar Nivel de aceite de motor		
2	Inspeccionar fugas de aceite		
3	Inspección de filtro de aire primario y secundario (limpieza de filtro si es necesario)		
4	Revisar nivel del refrigerante de motor		
5	Inspección de radiador		
6	Abrazaderas y mangueras de radiador		
7	Inspeccionar abrazaderas y mangueras de admisión de aire (verificar que no esté ingresando polvo al sistema de admisión)		
8	Inspeccionar color de humo de motor		
<b>III. SISTEMA HIDRAULICO</b>			
ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	CHECK	OBSERVACIONES
1	Revisar nivel de aceite hidráulico		
2	Verificar condición de aceite (color, olor)		
3	Inspeccionar fugas de aceite		
4	Verificar estado del tanque aceite hidráulico		
5	Verificar fugas de aceite en cilindros hidráulicos		
6	Verificar el estado de las mangueras y abrazaderas del		
<b>IV. SISTEMA DE GIRO</b>			
ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	CHECK	OBSERVACIONES
1	Revisar nivel de aceite de reductores de giro delantero y posterior		
2	Inspección de fugas de aceite		
3	Inspección de respiraderos de reductores		
4	Verificar condición de aceite (color, olor)		
<b>OBSERVACIONES:</b> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; margin-top: 5px;"></div>			
<b>ENTREGA DEL SERVICIO</b>		<b>RECEPCIÓN DE CONFORMIDAD</b>	
<b>APROBACIÓN</b>			
_____		_____	
Personal de Mantenimiento		Solicitante	
		Supervisor	


Fuente: Elaboración Propia

### Anexo N° 33: Formato de Auditoria de la Empresa MCEISA

AUDITORÍA TPM		AUDITOR									
		ÁREA/DEPARTAMENTO									
		CLASIFICACIÓN ACTUAL (/100)		CLASIFICACION		FECHA					
TPM	Nº	CRITERIO DE EVALUACIÓN	CALIFICACIÓN					COMENTARIOS			
			0	1	2	3	4				
C L A S I F I C A R	1	¿Los materiales y herramientas se encuentran clasificados?									
	2	¿Las máquinas y equipos se encuentran clasificados?									
	3	¿Todo lo perteneciente al área de producción se encuentran clasificado?									
	4	¿Todo lo que es útil para el trabajador se encuentra clasificado en su estación de trabajo?									
	5	¿Existen estándares para clasificar los artículos o elementos de trabajo?									
O R G A N I Z A R	6	¿Los materiales y herramientas se encuentran ordenados?									
	7	¿Las máquinas y equipos se encuentran ordenados?									
	8	¿Todo lo perteneciente al área de producción se encuentran ordenado?									
	9	¿La estación de trabajo se encuentra ordenada?									
	10	¿Existen estándares para ordenar los artículos o elementos de trabajo, de modo que facilite su localización y retorno?									
L I M P I A R	11	¿Los materiales y herramientas se encuentran limpios, sin polvo, grasa, ningún otro tipo de suciedad?									
	12	¿Las máquinas y equipos se encuentran limpios, sin polvo, grasa, ningún otro tipo de suciedad?									
	13	¿Se cumple con la rotacion o sistema de turnos para la limpieza en el área?									
	14	¿Existe una limpieza e inspección de mantenimiento de elementos de trabajo en la estación de trabajo?									
	15	¿Existen estándares para limpiar los artículos o elementos de trabajo?									
E S T A N D A R I Z A R	16	¿Se identifican los recursos o instructivos para mantener la clasificación, organización y limpieza?									
	17	¿Se puede observar físicamente la secuencia de registros de auditorias realizadas?									
	18	¿Las competencias departamentales son premiadas por algún tipo de premio (por áreas)?									
	19	¿Existen agendas de las reuniones realizadas o algún tipo de prueba?									
	20	¿Se verifica el nivel de involucramiento y compromiso de alta gerencia y el resto de los colaboradores?									
D I S C I P L I N A	21	¿Todos los instructivos y normas son estrictamente observadas?									
	22	¿Hay una atmósfera laboral agradable que contribuya al trabajo en equipo?									
	23	¿Hacen todos esfuerzo por mantener o superar el nivel deseado de las 5'S?									
	24	¿Se sigue con el cronograma de auditorías planteadas?									
	25	¿Se toma en cuenta las oportunidades de mejora que pueden surgir para el área?									

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo N° 34: Auditoria realizada a la Empresa MCEISA

AUDITORÍA TPM		AUDITOR		Chagua Echenique, Josué Rober					
		ÁREA/DEPARTAMENTO		Operaciones					
		PUNTOS ACTUALES		P. ANTERIOR			FECHA		
		79 de 100		54 de 100			22/11/2018		
TPM	Nº	CRITERIO DE EVALUACIÓN		CALIFICACIÓN					COMENTARIOS
				0	1	2	3	4	
C L A S I F I C A R	1	¿Los materiales y herramientas se encuentran clasificados?					x		Con respecto a la maquinaria y su orden va mejorando
	2	¿Las máquinas y equipos se encuentran clasificados?						x	
	3	¿Todo lo perteneciente al área de producción se encuentran clasificado?						x	
	4	¿Todo lo que es útil para el trabajador se encuentra clasificado en su estación de trabajo?				x			
	5	¿Existen estándares para clasificar los artículos o elementos de trabajo?					x		
O R G A N I Z A R	6	¿Los materiales y herramientas se encuentran ordenados?						x	
	7	¿Las máquinas y equipos se encuentran ordenados?						x	
	8	¿Todo lo perteneciente al área de producción se encuentran ordenado?						x	
	9	¿La estación de trabajo se encuentra ordenada?				x			
	10	¿Existen estándares para ordenar los artículos o elementos de trabajo, de modo que facilite su localización y retorno?					x		
L I M P I A R	11	¿Los materiales y herramientas se encuentran limpios, sin polvo, grasa, ningún otro tipo de suciedad?					x		Gracias a los instructivos y manuales se puede limpiar mejor
	12	¿Las máquinas y equipos se encuentran limpios, sin polvo, grasa, ningún otro tipo de suciedad?					x		
	13	¿Se cumple con la rotacion o sistema de turnos para la limpieza en el área?				x			
	14	¿Existe una limpieza e inspección de mantenimiento de elementos de trabajo en la estación de trabajo?					x		Gracias al mantenimiento preventivo se toma en cuenta este punto
	15	¿Existen estándares para limpiar los artículos o elementos de trabajo?					x		
E S T A N D A R I Z A R	16	¿Se identifican los recursos o instructivos para mantener la clasificación, organización y limpieza?						x	
	17	¿Se puede observar físicamente la secuencia de registros de auditorias realizadas?						x	
	18	¿Las competencias departamentales son premiadas por algún tipo de premio (por áreas)?				x			
	19	¿Existen agendas de las reuniones realizadas o algún tipo de prueba?			x				
	20	¿Se verifica el nivel de involucramiento y compromiso de alta gerencia y el resto de los colaboradores?						x	
D I S C I P L I N	21	¿Todos los instructivos y normas son estrictamente observadas?						x	
	22	¿Hay una atmósfera laboral agradable que contribuya al trabajo en equipo?						x	
	23	¿Hacen todos esfuerzo por mantener o superar el nivel deseado del TPM?						x	Se cree que el nivel actual se puede superar con el tiempo.
	24	¿Se sigue con el cronograma de auditorías planteadas?				x			
	25	¿Se toma en cuenta las oportunidades de mejora que pueden surgir para el área?					x		

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo N° 35: Acta de Cierre del Proyecto

	Empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A.	Hoja	1 de 2
		Versión plantilla	0.1
		Fecha documento	Nov 2018

### ACTA DE CIERRE DEL PROYECTO

#### 1. Información del proyecto

##### 1.1 Datos

Datos	
<b>Empresa Organización</b>	Empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A.
<b>Proyecto</b>	Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lunigango, 2018
<b>Encargado</b>	Chagua Echenique, Josué Rober

#### 2. Razón de cierre

Por medio de la presente, se da cierre formal al proyecto, por las razones especificadas en la siguiente tabla. Marcar con una "X" la razón de cierre:

Entrega de todos los productos de conformidad con los requerimientos del cliente	<b>x</b>
Entrega parcial de productos y cancelación de otros de conformidad con los requerimientos del cliente	
Cancelación de todos los productos asociados con el proyecto	

#### 3. Aceptación de los productos o entregables

A continuación se establece cuales entregables del proyecto han sido aceptados:

Entregable	Aceptación (Si/No)	Observaciones
Manual de Mantenimiento Correctivo	Si	-
Manual de Mantenimiento Preventivo	Si	-
Proceso Estandarizado del Mantenimiento Correctivo	Si	-
Proceso Estandarizado del Mantenimiento Preventivo	Si	-
Formatos del Mantenimiento Correctivo	Si	-

	Empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A.	Hoja	2 de 2
		Versión plantilla	0.1
		Fecha documento	Nov 2018

Formatos del Mantenimiento Preventivo	Si	-
Formatos del Mantenimiento Productivo	Si	-
Cronogramas Generales	Si	-
Cronogramas del Mantenimiento Correctivo	Si	-
Cronogramas del Mantenimiento Preventivo	Si	-

Para cada entregable aceptado, se da por entendido que:

- El entregable ha cumplido los criterios de aceptación establecidos en la documentación de requerimientos y definición de alcance.
- Se ha verificado que los entregables cumplen los requerimientos.
- Se ha validado el cumplimiento de los requerimientos funcionales.

Se autoriza al desarrollador encargado a continuar con el cierre formal del proyecto o fase, lo cual deberá incluir:

- Evaluación post-proyecto o fase.
- Liberación del equipo de trabajo para su reasignación.
- Cierre de todos los procesos de procura y contratación con terceros.
- Archivo de la documentación del proyecto.

#### 4. Firmas de elaboración, revisión y aprobación

Elaboró	Revisó
	
Chagua Echenique, <del>Josue</del> Rober	Pascual Martínez Rosales

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo Nº 36: PosTest de la Variable Dependiente

DATOS GENERALES							
INVESTIGADOR	Chagua Echenique, Josué Rober		JEFE DEL ÁREA		Pascual Martínez Rosales		
EMPRESA	Martínez Contratista e Ingeniería S.A.		ÁREA		Área de Extracción de Minerales		
DATOS DEL INDICADOR							
INDICADOR	DESCRIPCIÓN		TÉCNICA	INSTRUMENTO	FÓRMULA		
EFICIENCIA	Es una medida que permite conocer la rapidez con que algo o alguien pueda hacer una tarea con menos recursos.		Fichaje	Ficha de Registro	$\frac{\text{Tiempo Total de Avance}}{\text{Tiempo Planificado}}$		
EFICACIA	Es una medida de rendimiento sobre un proceso el cual utiliza la menor cantidad de entradas o insumos para crear la mayor cantidad de productos o resultados.		Fichaje	Ficha de Registro	$\frac{\text{Avance Real}}{\text{Avance Planificado}}$		
PRODUCTIVIDAD	La productividad es la forma más eficiente para generar recursos midiéndolos en dinero, determinando así su rentabilidad y competitividad frente a otras empresas.		Fichaje	Ficha de Registro	$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$		
POSTEST							
FECHA	TIEMPO PROGRAMADO	TIEMPO TOTAL PRODUCIDO	PRODUCCIÓN REAL	PRODUCCIÓN PLANIFICADA	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD FINAL
03/09/2018	480 min	454 min	497 metros	512 metros	95%	97%	92%
04/09/2018	480 min	461 min	489 metros	512 metros	96%	96%	92%
05/09/2018	480 min	469 min	495 metros	512 metros	98%	97%	94%
06/09/2018	480 min	456 min	473 metros	512 metros	95%	92%	88%
07/09/2018	480 min	460 min	463 metros	512 metros	96%	90%	87%
08/09/2018	240 min	226 min	192 metros	256 metros	94%	75%	71%
10/09/2018	480 min	466 min	500 metros	512 metros	97%	98%	95%
11/09/2018	480 min	467 min	473 metros	512 metros	97%	92%	90%
12/09/2018	480 min	459 min	467 metros	512 metros	96%	91%	87%
13/09/2018	480 min	465 min	464 metros	512 metros	97%	91%	88%
14/09/2018	480 min	462 min	457 metros	512 metros	96%	89%	86%
15/09/2018	240 min	211 min	204 metros	256 metros	88%	80%	70%
17/09/2018	480 min	466 min	459 metros	512 metros	97%	90%	87%
18/09/2018	480 min	456 min	479 metros	512 metros	95%	94%	89%
19/09/2018	480 min	466 min	504 metros	512 metros	97%	98%	96%
20/09/2018	480 min	464 min	494 metros	512 metros	97%	96%	93%
21/09/2018	480 min	465 min	483 metros	512 metros	97%	94%	91%
22/09/2018	240 min	196 min	188 metros	256 metros	82%	73%	60%
24/09/2018	480 min	464 min	458 metros	512 metros	97%	89%	86%
25/09/2018	480 min	460 min	498 metros	512 metros	96%	97%	93%
26/09/2018	480 min	456 min	459 metros	512 metros	95%	90%	85%
27/09/2018	480 min	452 min	452 metros	512 metros	94%	88%	83%
28/09/2018	480 min	450 min	483 metros	512 metros	94%	94%	88%
29/09/2018	240 min	185 min	185 metros	256 metros	77%	72%	56%
01/10/2018	480 min	462 min	457 metros	512 metros	96%	89%	86%
02/10/2018	480 min	454 min	488 metros	512 metros	95%	95%	90%
03/10/2018	480 min	460 min	495 metros	512 metros	96%	97%	93%
04/10/2018	480 min	463 min	454 metros	512 metros	96%	89%	86%
05/10/2018	480 min	454 min	498 metros	512 metros	95%	97%	92%
06/10/2018	240 min	235 min	178 metros	256 metros	98%	70%	68%
TOTAL	13200 min	12564 min	12886 metros	14080 metros	95%	90%	85%

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo N° 37: PostTest de la Variable Independiente

DATOS GENERALES																							
INVESTIGADOR	Chagua Echenique, Josué Rober								JEFE DEL ÁREA				Pascual Martínez Rosales										
EMPRESA	Martínez Contratista e Ingeniería S.A.								ÁREA				Área de Extracción de Minerales										
DATOS DEL INDICADOR																							
INDICADOR	DESCRIPCIÓN								TÉCNICA				INSTRUMENTO				FÓRMULA						
Disponibilidad	La disponibilidad de la maquinaria se define como el tiempo en que la maquina está disponible u operando basado en el tiempo de operación que se tenía planificado.								Fichaje				Ficha de Registro				$\frac{T \text{ Disponible de la maquinaria}}{T \text{ Planificado de la maquinaria}}$						
Rendimiento	El rendimiento de la maquinaria se define como el tiempo de funcionamiento neto de la maquinaria basado en el tiempo disponible u operando.								Fichaje				Ficha de Registro				$\frac{T \text{ Funcionamiento Neto de la maquinaria}}{T \text{ Disponible de la maquinaria}}$						
Calidad	La calidad de la maquinaria se define como el tiempo efectivo de la maquinaria basado en el tiempo de funcionamiento neto de la misma.								Fichaje				Ficha de Registro				$\frac{T \text{ Efectivo de la maquinaria}}{T \text{ Funcionamiento Neto de la maquinaria}}$						
OEE	OEE es el indicador principal del TPM, dado que mide la productividad global de los equipos o maquinaria.								Fichaje				Ficha de Registro				Disponibilidad x Rendimiento x Calidad						
POSTEST																							
FECHA	AVERÍAS	ESPERAS	ÍOS DE REFER	PERDIDA DE D	T PLANIFICAD	T DISPONIBLE	DISPONIBILID	Q MICROPARA	T MICROPARA	Q CICLOS LEN	T CICLOS LEN	PERDIDAS DE T	T FUNC. NETO	RENDIMIENTO	AVANCE DOIH	T DE AVANCE	AVANCE DOIN	T DE AVANCE	PERDIDAS DE T	T EFECTIVO	CALIDAD	OEE	
03/09/2018	10 min	10 min	25 min	0.75 hrs	8.00 hrs	7.25 hrs	90.63%	5	05 min	5	09 min	1.17 hrs	6.08 hrs	83.91%	2	01 min	4	02 min	0.17 hrs	5.92	97.26%	73.96%	
04/09/2018	17 min	13 min	34 min	1.07 hrs	8.00 hrs	6.93 hrs	86.67%	3	04 min	5	06 min	0.70 hrs	6.23 hrs	89.90%	4	02 min	4	03 min	0.33 hrs	5.90	94.65%	73.75%	
05/09/2018	12 min	16 min	30 min	0.97 hrs	8.00 hrs	7.03 hrs	87.92%	2	01 min	3	07 min	0.38 hrs	6.65 hrs	94.55%	4	02 min	3	01 min	0.18 hrs	6.47	97.24%	80.83%	
06/09/2018	19 min	14 min	23 min	0.93 hrs	8.00 hrs	7.07 hrs	88.33%	2	01 min	5	07 min	0.62 hrs	6.45 hrs	91.27%	3	01 min	3	01 min	0.10 hrs	6.35	98.45%	79.38%	
07/09/2018	15 min	08 min	28 min	0.85 hrs	8.00 hrs	7.15 hrs	89.38%	6	01 min	3	09 min	0.55 hrs	6.60 hrs	92.31%	4	02 min	4	03 min	0.33 hrs	6.27	94.95%	78.33%	
08/09/2018	09 min	04 min	10 min	0.38 hrs	4.00 hrs	3.62 hrs	90.42%	2	02 min	3	07 min	0.42 hrs	3.20 hrs	88.48%	2	02 min	3	03 min	0.22 hrs	2.98	93.23%	74.58%	
10/09/2018	12 min	25 min	17 min	0.90 hrs	8.00 hrs	7.10 hrs	88.75%	5	02 min	2	08 min	0.43 hrs	6.67 hrs	93.90%	3	02 min	3	01 min	0.15 hrs	6.52	97.75%	81.46%	
11/09/2018	14 min	15 min	19 min	0.80 hrs	8.00 hrs	7.20 hrs	90.00%	7	03 min	3	09 min	0.80 hrs	6.40 hrs	88.89%	4	01 min	2	02 min	0.13 hrs	6.27	97.92%	78.33%	
12/09/2018	18 min	21 min	11 min	0.83 hrs	8.00 hrs	7.17 hrs	89.58%	5	04 min	3	04 min	0.53 hrs	6.63 hrs	92.56%	3	02 min	4	02 min	0.23 hrs	6.40	96.48%	80.00%	
13/09/2018	19 min	23 min	44 min	1.43 hrs	8.00 hrs	6.57 hrs	82.08%	8	03 min	5	06 min	0.90 hrs	5.67 hrs	86.29%	4	02 min	2	03 min	0.23 hrs	5.43	95.88%	67.92%	
14/09/2018	10 min	09 min	18 min	0.62 hrs	8.00 hrs	7.38 hrs	92.29%	5	03 min	4	08 min	0.78 hrs	6.60 hrs	89.39%	2	01 min	3	03 min	0.18 hrs	6.42	97.22%	80.21%	
15/09/2018	07 min	06 min	14 min	0.45 hrs	4.00 hrs	3.55 hrs	88.75%	3	01 min	3	05 min	0.30 hrs	3.25 hrs	91.55%	3	02 min	3	01 min	0.15 hrs	3.10	95.38%	77.50%	
17/09/2018	11 min	14 min	39 min	1.07 hrs	8.00 hrs	6.93 hrs	86.67%	5	03 min	3	06 min	0.55 hrs	6.38 hrs	92.07%	3	01 min	4	03 min	0.25 hrs	6.13	96.08%	76.67%	
18/09/2018	18 min	16 min	19 min	0.88 hrs	8.00 hrs	7.12 hrs	88.96%	3	02 min	2	08 min	0.37 hrs	6.75 hrs	94.85%	2	01 min	2	01 min	0.07 hrs	6.68	99.01%	83.54%	
19/09/2018	10 min	08 min	28 min	0.77 hrs	8.00 hrs	7.23 hrs	90.42%	2	01 min	4	03 min	0.23 hrs	7.00 hrs	96.77%	3	01 min	4	03 min	0.25 hrs	6.75	96.43%	84.38%	
20/09/2018	16 min	14 min	39 min	1.15 hrs	8.00 hrs	6.85 hrs	85.63%	4	03 min	3	06 min	0.50 hrs	6.35 hrs	92.70%	2	01 min	4	03 min	0.23 hrs	6.12	96.33%	76.46%	
21/09/2018	14 min	12 min	30 min	0.93 hrs	8.00 hrs	7.07 hrs	88.33%	4	01 min	3	08 min	0.47 hrs	6.60 hrs	93.40%	4	01 min	2	01 min	0.10 hrs	6.50	98.48%	81.25%	
22/09/2018	09 min	05 min	12 min	0.43 hrs	4.00 hrs	3.57 hrs	89.17%	3	03 min	3	08 min	0.55 hrs	3.02 hrs	84.58%	3	02 min	3	02 min	0.20 hrs	2.82	93.37%	70.42%	
24/09/2018	19 min	11 min	25 min	0.92 hrs	8.00 hrs	7.08 hrs	88.54%	7	01 min	5	08 min	0.78 hrs	6.30 hrs	88.94%	2	02 min	2	03 min	0.17 hrs	6.13	97.35%	76.67%	
25/09/2018	13 min	14 min	33 min	1.00 hrs	8.00 hrs	7.00 hrs	87.50%	6	01 min	2	09 min	0.40 hrs	6.60 hrs	94.29%	4	01 min	2	03 min	0.17 hrs	6.43	97.47%	80.42%	
26/09/2018	11 min	11 min	26 min	0.80 hrs	8.00 hrs	7.20 hrs	90.00%	5	02 min	5	05 min	0.58 hrs	6.62 hrs	91.90%	2	01 min	3	03 min	0.18 hrs	6.43	97.23%	80.42%	
27/09/2018	12 min	08 min	27 min	0.78 hrs	8.00 hrs	7.22 hrs	90.21%	4	01 min	3	06 min	0.37 hrs	6.85 hrs	94.92%	4	01 min	2	02 min	0.13 hrs	6.72	98.05%	83.96%	
28/09/2018	13 min	13 min	49 min	1.25 hrs	8.00 hrs	6.75 hrs	84.38%	3	02 min	2	05 min	0.27 hrs	6.48 hrs	96.05%	2	02 min	3	01 min	0.12 hrs	6.37	98.20%	79.58%	
29/09/2018	06 min	05 min	19 min	0.50 hrs	4.00 hrs	3.50 hrs	87.50%	1	02 min	2	04 min	0.17 hrs	3.33 hrs	95.24%	4	01 min	3	01 min	0.12 hrs	3.22	96.50%	80.42%	
01/10/2018	15 min	16 min	23 min	0.90 hrs	8.00 hrs	7.10 hrs	88.75%	7	01 min	2	05 min	0.28 hrs	6.82 hrs	96.01%	4	01 min	3	02 min	0.17 hrs	6.65	97.56%	83.13%	
02/10/2018	15 min	20 min	15 min	0.83 hrs	8.00 hrs	7.17 hrs	89.58%	8	04 min	2	09 min	0.83 hrs	6.33 hrs	88.37%	4	02 min	3	01 min	0.18 hrs	6.15	97.11%	76.88%	
03/10/2018	20 min	20 min	29 min	1.15 hrs	8.00 hrs	6.85 hrs	85.63%	4	04 min	2	05 min	0.43 hrs	6.42 hrs	93.67%	2	01 min	3	02 min	0.13 hrs	6.28	97.92%	78.54%	
04/10/2018	15 min	09 min	49 min	1.22 hrs	8.00 hrs	6.78 hrs	84.79%	3	02 min	2	09 min	0.40 hrs	6.38 hrs	94.10%	2	02 min	4	03 min	0.27 hrs	6.12	95.82%	76.46%	
05/10/2018	16 min	20 min	20 min	0.93 hrs	8.00 hrs	7.07 hrs	88.33%	3	03 min	3	07 min	0.50 hrs	6.57 hrs	92.92%	4	02 min	2	01 min	0.17 hrs	6.40	97.46%	80.00%	
06/10/2018	07 min	07 min	09 min	0.38 hrs	4.00 hrs	3.62 hrs	90.42%	1	04 min	2	06 min	0.27 hrs	3.35 hrs	92.63%	3	02 min	3	02 min	0.20 hrs	3.15	94.03%	78.75%	
TOTAL	13 min	13 min	25 min	0.86 hrs	7.33 hrs	6.47 hrs	88.32%	4.20	02 min	3.13	07 min	0.52 hrs	5.95 hrs	91.88%	3.07	02 min	3.00	02 min	0.18 hrs	5.77	96.69%	78.47%	

Fuente: Elaboración Propia



### Anexo N° 38: Flujo de Caja de la empresa MCEISA

FLUJO DE CAJA											
MESES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>INGRESOS</b>		<b>S/1,865,320.00</b>	<b>S/2,047,513.00</b>	<b>S/1,099,563.00</b>	<b>S/1,200,353.00</b>	<b>S/1,200,353.00</b>	<b>S/2,842,023.00</b>	<b>S/2,301,452.00</b>	<b>S/2,228,549.00</b>	<b>S/2,615,175.00</b>	<b>S/2,129,569.00</b>
Proyectos		S/1,865,320.00	S/2,047,513.00	S/1,099,563.00	S/1,200,353.00	S/1,200,353.00	S/2,842,023.00	S/2,301,452.00	S/2,228,549.00	S/2,615,175.00	S/2,129,569.00
<b>EGRESOS</b>		<b>S/908,704.00</b>	<b>S/908,704.00</b>	<b>S/908,704.00</b>	<b>S/908,704.00</b>	<b>S/908,704.00</b>	<b>S/908,704.00</b>	<b>S/908,704.00</b>	<b>S/908,704.00</b>	<b>S/908,704.00</b>	<b>S/908,704.00</b>
Gastos Administrativos		S/121,540.00	S/121,540.00	S/121,540.00	S/121,540.00	S/121,540.00	S/121,540.00	S/121,540.00	S/121,540.00	S/121,540.00	S/121,540.00
Gastos de Mantenimiento		S/250,481.00	S/250,481.00	S/250,481.00	S/250,481.00	S/250,481.00	S/250,481.00	S/250,481.00	S/250,481.00	S/250,481.00	S/250,481.00
Gastos Fijos		S/180,564.00	S/180,564.00	S/180,564.00	S/180,564.00	S/180,564.00	S/180,564.00	S/180,564.00	S/180,564.00	S/180,564.00	S/180,564.00
Gastos de Compras		S/345,874.00	S/345,874.00	S/345,874.00	S/345,874.00	S/345,874.00	S/345,874.00	S/345,874.00	S/345,874.00	S/345,874.00	S/345,874.00
Otros Gastos		S/10,245.00	S/10,245.00	S/10,245.00	S/10,245.00	S/10,245.00	S/10,245.00	S/10,245.00	S/10,245.00	S/10,245.00	S/10,245.00
<b>EFFECTIVO NETO</b>	<b>-S/61,732.00</b>	<b>S/956,616.00</b>	<b>S/1,138,809.00</b>	<b>S/190,859.00</b>	<b>S/291,649.00</b>	<b>S/291,649.00</b>	<b>S/1,933,319.00</b>	<b>S/1,392,748.00</b>	<b>S/1,319,845.00</b>	<b>S/1,706,471.00</b>	<b>S/1,220,865.00</b>
Inversión	S/61,732.00	<b>VAN</b>	S/4,083,416.98	<b>CONCLUSIÓN:</b> Se considera como rentable este proyecto de tesis, dado que el VAN calculado es un valor positivo demostrando que la inversión incurrida no es excesiva considerando los ingresos y egresos. Por otro lado, se considera como rentable al presente proyecto de investigación dado que el TIR calculado es mayor a la tasa de descuento por ende queda demostrado la inversión fue de gran beneficio para la empresa y que no afecto al flujo de caja.							
Tasa (i)	18%	<b>TIR</b>	26%								
Meses (n)	10										

Fuente: Elaboración Propia



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE  
TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1


Yo, RODRÍGUEZ ALEGRE, LINO ROLANDO, ASESOR de Investigación de la EP de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo, Lima Norte, verifico que la Tesis Titulada: "APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE EXTRACCIÓN DE MINERALES EN LA EMPRESA MARTÍNEZ CONTRATISTA E INGENIERÍA S.A., SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2018", del estudiante CHAGUA ECHENIQUE, JOSUE ROBER; tiene un índice de similitud de 30 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 14 de octubre del 2019

Mg. RODRIGUEZ ALEGRE, LINO R.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

2

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lurigancho, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR

Chagua Echenique, Josue Rober

ASESOR

Mg. RODRÍGUEZ ALEGRE, LINO ROLANDO

1

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de Gestión Empresarial y Productiva

Resumen de coincidencias

30 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	Entregado a Universida...	16 %
2	repositorio.ucv.edu.pe	8 %
3	docplayer.es	2 %
4	servicios.uss.edu.pe	1 %
5	repositorio.uchile.cl	1 %
6	Entregado a Universida...	<1 %
7	www.repositorio.usac...	<1 %
8	repositorioacademico...	<1 %
9	www.slideshare.net	<1 %
10	repositorio.unsa.edu.pe	<1 %
11	Entregado a Braintree...	<1 %
12	prezi.com	<1 %
13	es.wikipedia.org	<1 %
14	exploredoc.com	<1 %
15	repositorio.upb.edu.co...	<1 %



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"

## FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

### 1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres:

JOSUE ROBER CHAGUA ECHENIQUE

D.N.I. : 48348930

Domicilio : Mz. 111 Lt. 21 ASOC. POP. LAS LOMAS DE ANCON

Teléfono : Fijo : ..... Móvil : 981755619

E-mail : josue.chaguae@gmail.com

### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

☒ Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería

Escuela : Ingeniería Industrial

Carrera : Ingeniería Industrial

Título : Ingeniero Industrial

☐ Tesis de Post Grado

☐ Maestría

Grado : .....

Mención : .....

☐ Doctorado

### 3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

CHAGUA ECHENIQUE JOSUE ROBER

Título de la tesis:

Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la  
productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez  
Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lurigancho, 2018

Año de publicación : 2018

### 4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma : 

Fecha : 12/07/2019



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

La Escuela de Ingeniería Industrial

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

**JOSUE ROBER CHAGUA ECHENIQUE**

INFORME TÍTULADO:

Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad del área de extracción de minerales en la empresa Martínez Contratista e Ingeniería S.A., San Juan de Lurigancho, 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

Ingeniero Industrial

SUSTENTADO EN FECHA: 16/01/2019

NOTA O MENCIÓN: 12

  
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN